الكيمياء

للسادس التطبيقي

الفصل الرابع

الكيمياء الكهربائية



إعداد الأستاذ

حيدر يحيى علوان

خاص وحصري لرحلة التفوق في السادس

رحلة التفوق في السادس

رحلة التفوق في السادس

@rt_edu

@A_M_Z_F

رحلة التفوق في السادس

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿وقل اعملوا فسيرى الله عملكم ورسوله والمؤمنون﴾

انطلاقا من قول المصطفى (ص) : ((زكاة العلم نشرهُ وتعليمهُ))

تضع شبكة مواقع رحلة التفوق في السادس التعليمية التربوية الخيرية بين ايديكم احدى اعمالها من ملازم مرحلة السادس الأعدادي هذه المرحلة الهامة والمصيرية في حياة اعزائنا الطلبة وخاصة المتعففين منهم ولمن يتعذر عليه اقتناء هذه المساعدات المدرسية في محافظاتنا العراقية العزيزة بهدف النهوض وتطوير الواقع التعليمي ولو بالجزء اليسير .

إذ أن شبكتنا لاتقتصر عاى نشر الملازم المدرسية فقط أنما تقوم بنشر الدروس المرئية المجانية لأكفأ التدريسيين بالأضافة الى مجموعة قنواتنا التدريسية وكذلك الأرشادات والنصائح وطرق الدراسة الصحيحة هذا من جهة. أما من جهة أخرى فهو كسر لشوكة بعض المحسوبين على الكادر التدريسي ممن يرفضون نشر ملازمهم والتعاون مع ابنائهم الطلبة ليأخذوا من المال هدفا أهم ويتناسوا مصلحة الطالب والواقع التعليمي المتدني.

علماً ان كادر الشبكة والقائمين عليها هم مجموعة من الشباب العراقي الواعي المثقف بالأضافة الى تعاون بعض المدرسين الكرام كما واننا غير تابعين لأي جهة كانت رسمية او غير رسمية انما سر تجمعنا وعملنا هو خيري بحت أملين من الله عز وجل ان يوفقنا لتقديم كل ما هو صالح لشعبنا و وطننا الحبيب.

كادر شبكة رحلة التفوق في السادس

٢٠١٥/٨/٢١

ا.د : اشرف الوائلي

ا.د : مينا الاحمد



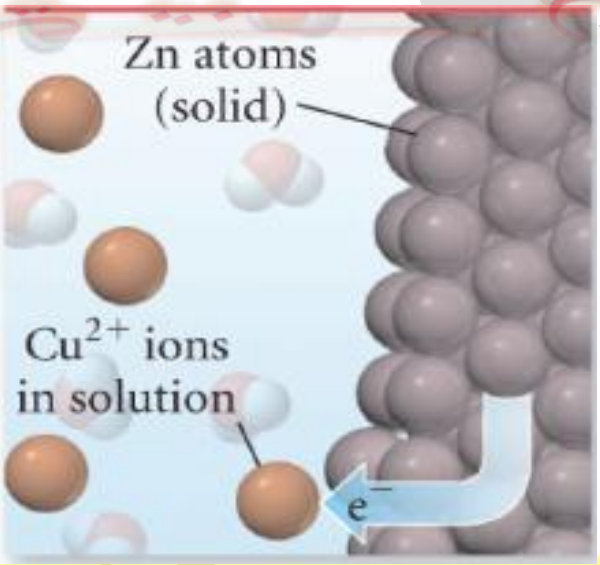
تفاعلات التأكسد والاختزال والكيمياء الكهربائية

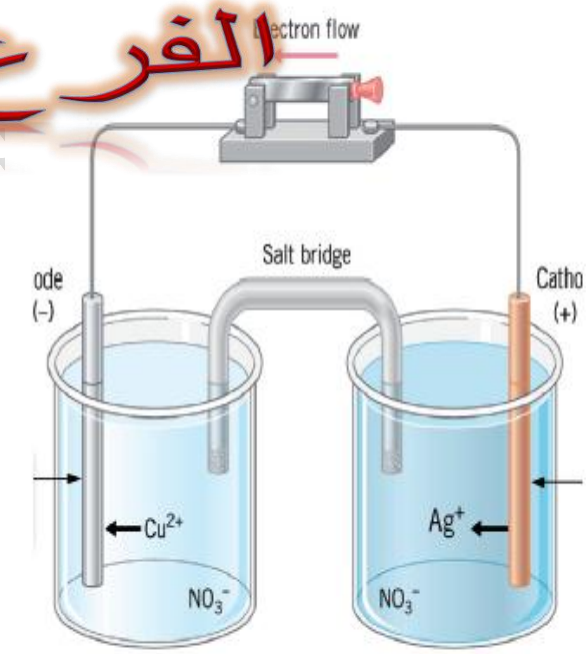
كيمياء السادس العلمي

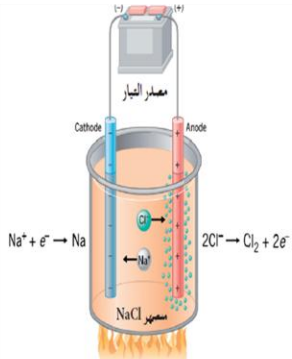
اعداد وترتيب الاستاذ
2016-2017
حيدر يحيى علوان

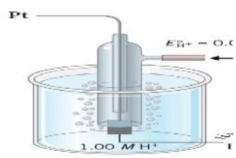


الفرع التطبيقي









اعداد :- حيدر يحيى علوان
المدرسة :- اعدادية الاندلس للبنين

فهرست الفصل الرابع

تفاعلات التأكسد والاختزال والكيمياء الكهربائية ((المقدمة))

تعد الكيمياء الكهربائية فرعا من فروع الكيمياء تهتم بالتحولات بين الطاقة الكيميائية والطاقة الكهربائية حيث تحصل بعض التفاعلات الكيميائية نتيجة لإمرار تيار كهربائي كما يحصل العكس إي بعض التفاعلات الكيميائية تؤدي إلى نشوء تيار كهربائي حيث إن العمليات الكهروكيميائية هي تفاعلات تأكسد واختزال وان النضيدة (البطارية) المستعملة لتشغيل السيارة أو الراديو أو المسجل أو الساعة أو بقية الأجهزة الكهربائية مثالا جيدا على استخدام التفاعلات الكيميائية لتوليد الطاقة الكهربائية وهنالك مثالا أخر تستخدم فيه الطاقة الكهربائية لا نجاز بعض التفاعلات مثل تفاعل تحضير بعض العناصر وعملية الطلاء الكهربائي وتصنيع الدوائر الالكترونية المطبوعة وتنقية الفلزات

أعداد التأكسد :- توصف عمليات أو تفاعلات التأكسد والاختزال بدلاله أعداد التأكسد (سالبة أو موجبة أو صفر) حيث يمثل عدد الالكترونات المكتسبة او المفقودة لذرة والذي يكتب فوق رمز العناصر

القواعد المستخدمة لحساب أعداد التأكسد

1 - عدد التأكسد لأي عنصر متحد (عنصر حر) يساوي صفرا $\left(Na^{+}, Ba^{+}, K^{+}\right)$

2 - عدد تأكسد للعناصر الزمرة الأولى هو (+1) ربيديوم $Li^{+}, Na^{+}, K^{+}, Rb^{+}$

3 - عدد تأكسد للعناصر الزمرة الثانية هو (+2) سترانتيوم $Ba^{+2}, Mg^{+2}, Ca^{+2}, Sr^{+2}$

4 - عدد تأكسد للعناصر الزمرة الثالثة هو (+3) (الانديوم ، كاليوم، الالمنيوم ، بورون) $B^{+3}, Al^{+3}, Ga^{+3}, In^{+3}$

5 - عدد تأكسد الهالوجينات(الزمرة السابعة)هو (−1) $\left(F^{-1}, Cl^{-1}, Br^{-1}, I^{-1}\right)$

6 - ولاستخراج عدد التأكسد لذرات العناصر الأخرى التي لم تذكر أعلاه فيمكن استخدام القاعدتين الآتيتين :-

القاعدة الأولى :- مجموع أعداد التأكسد لجميع الذرات في المركب المتعادل يساوي صفرا فمثلا

$$NaCl \quad (+1) + (-1) = 0$$

القاعدة الثانية :- مجموع أعداد التأكسد لجميع الذرات في ايون يساوي شحنه ذلك الايون مثلا

$H_2PO_4^-$

$$\left[2\times(+1)+P+4\times(-2)\right]=-1 \quad \Rightarrow \quad \left[+2+P+(-8)\right]=-1$$

$$P-6=-1 \quad \Rightarrow \quad P=-1+6=\boxed{+5}$$

ملاحظات



1 ــ هنالك بعض العناصر الانتقالية (موجودة في وسط الجدول الدوري) وتمثل اوربتالات (d) تكون إعداد تأكسدها متغيرة حسب ارتباطها بالمركبات المعقدة المتعادلة أو الايونات السالبة أو الموجبة لذلك يجب إتباع فقرة رقم 6 بإتباع إحدى القاعدتين لإيجاد شحنه تلك الذرة • وقد تظهر هذه الذرات في مركباتها المختلفة ألوانا مختلفة مع تغير إعدادها التأكسدية

2 ــ العناصر الممثلة وهي موجودة في يسار ويمين الجدول الدوري وتمثل اوربتالات (S ، P) تكون إعدادها التأكسدية ثابتة يجب حفظها والتي درست في الصف الثاني متوسط (مع ذلك تجد هذه العناصر وإعدادها التأكسدية في مقدمة الملزمة التمهيد لحاجتها المهمة في ذلك الفصل) ولكن هنالك بعض الحالات وهي :- الهيدروجين عدد تأكسده هو (+1) ما عدا هيدروكسيد الصوديوم $NaH \Leftarrow (-1)$ الأوكسجين عدد تأكسده هو (−2) ما عدا البيروكسيدات فيأخذ (−1) مثل بيروكسيد الهيدروجين H_2O_2

مثال (4 − 1)

حدد إعداد التأكسد العناصر في المركبات ولأيونات والذرات الآتية

SO_2 KCl Mg^{+2} PO_4^{-3} BaO F_2

الحل



$F_2: \rightarrow F = 0$ حسب القاعدة الأولى

$BaO: \rightarrow$ يمكن إيجاد عدد تأكسد $Ba \Leftarrow$

$Ba + (-2) = 0$

$Ba = +2$

$PO_4^{-3}: \rightarrow$ يمكن إيجاد عدد تأكسد $P \Leftarrow$

$P + 4 \times -2 = -3$

$P - 8 = -3$

$P = -3 + 8 \Rightarrow P = \boxed{+5}$

حسب القاعدة الثانية

$Mg^{+2}: \rightarrow$ عدد تأكسد Mg يساوي (+2)

$KCl: \rightarrow$ حسب القاعدة رقم (1) ، (5) K^{+1}, Cl^{-1}

$SO_2: \rightarrow$ يمكن إيجاد عدد تأكسد $S \Leftarrow$ $S + (2 \times -2) = 0 \Rightarrow S - 4 = 0 \Rightarrow S = \boxed{+4}$

تمرين (4 − 1)

احسب عدد تأكسد العناصر المشار إليها باللون الأحمر في مركبات والايونات التالية :−

MnO_4^{1-} $K_2Cr_2O_7$ $NaIO_3$ H_2SO_4 H_2CO_3 HPO_4^{2-}

الحل

a − MnO_4^{1-} يمكن إيجاد عدد تأكسد Mn حسب القاعدة الثانية

$[Mn + 4(-2)] = -1$ شحنة الايون

$[Mn - 8] = -1$

$Mn = -1 + 8 \Rightarrow \therefore$ شحنة $Mn = \boxed{+7}$

b − $K_2Cr_2O_7$ يمكن إيجاد عدد تأكسد Cr حسب القاعدة الاولى

لان هذا المركب متعادل لم يشار بشحنة لذلك فان الشحنة = صفر

$[2(+1) + 2Cr + 7(-2)] = 0$

K يجب حفظة   O يجب حفظة

$[+2 + 2Cr - 14] = 0$

$2Cr - 12 = 0 \Rightarrow 2Cr = +12$

$Cr = \frac{+12}{2} \Rightarrow Cr = \boxed{+6}$ شحنة الكروم

C − و d − واجب عليكم [أعتمد على نفسك] $NaIO_3$ و H_2SO_4

e − H_2CO_3 يمكن إيجاد عدد تأكسد C حسب القاعدة الاولى

$[H_2CO_3] = 0$

$[2(+1) + C + 3(-2)] = 0$

f − HPO_4^{2-}

$[HPO_4] = -2$

$[1(+1) + P + 4(-2)] = -2$

$+1 + P - 8 = -2$

$\therefore P = -2 + 7$

$\therefore P = \boxed{+5}$

اعداد وترتيب الأستاذ : حيدر يحيى علوان

اعداد :- حيدر يحيى علوان
المدرسة :- اعدادية الاندلس للبنين

تفاعلات التأكسد والاختزال

التأكسد :- هو عبارة عن تغير كيميائي يصحبه فقدان في الالكترونات من ذرة أو مجموعة من الذرات ويؤدي لزيادة في إعداد التأكسد

زيادة في عدد التأكسد

$$Zn^{0} \longrightarrow Zn^{+2} + 2e^{-}$$

فقدان

يمثل عدد e المفقودة فارق الشحنة من الصفر الى +2 لذلك يكون عددها $2e^{-}$ وتوضح بالنواتج

زيادة

$$Al^{0} \longrightarrow Al^{+3} + 3e^{-}$$

اما $Al^{+3} \Rightarrow 3e^{-}$

عند امرار اليود كتفاعل اكسدة يجب تحويله من ايون الى جزيئة غاز لكي نحقق الزيادة في عدد التأكسد الذي يمثل فارق الشحنة من (1−) الى الصفر مضروب في (2) لكي يتحرر فيها جزيئة اليود الثنائية الذرة اما بالنسبة لجزيئة الهيدروجين فيكون الحال معاكس تماما لان جزيئة H_2 اصلها أيون موجب [مو سالب مثل I_2]

زيادة

$$2I^{-1} \longrightarrow I_2^{0} + 2e^{-}$$

زيادة

$$H_2^{0} \longrightarrow 2H^{+} + 2e^{-}$$

الاختزال :- هو عبارة عن تغير كيميائي تكتسب فيه الذرة أو مجموعه من الذرات الالكترونات ويصاحبها نقصان في عدد التأكسد للعنصر

نقصان

$$Zn^{+2} + 2e^{-} \longrightarrow Zn^{0}$$

اكتساب

ملاحظة : كل الذي جرى في التأكسد يجري بشكل معاكس في الاختزال [اكلبة بكرك]

نقصان

$$Al^{+3} + 3e^{-} \longrightarrow Al^{0}$$

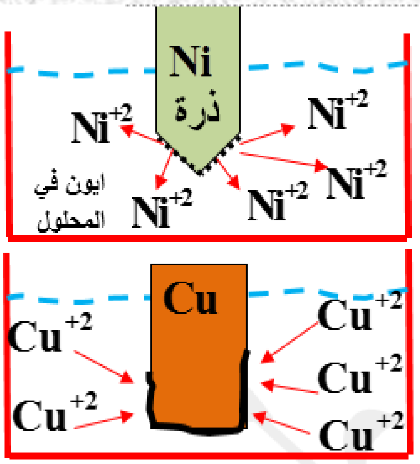
نقصان

$$I_2^{0} + 2e^{-} \longrightarrow 2I^{-1}$$

نقصان

$$2H^{+} + 2e^{-} \longrightarrow H_2^{0}$$

ولا تنسى بان الالكترونات المكتسبة بالمتفاعلات



الذوبان:- وهي عملية تحول ذرات الفلز إلى ايونات ذات شحنه موجبة من المحلول وهي عملية أكسدة تحدث في قطب الانود ويحصل فيها نقصان في وزن الصفيحة

$$Ni \longrightarrow Ni^{+2} + 2e$$

الترسيب :- وهي عملية تحول الايونات الفلزية الموجبة في المحلول إلى ذرات تترسب على صفيحة الفلز تحدث في قطب الكاثود ويحصل فيها زيادة في وزن الصفيحة

$$Cu^{+2} + 2e^{-} \longrightarrow Cu$$

تحرر الغازات :- إن الغازات المتحررة تمرر كتفاعل أكسدة والتي يرجع اصلها ايونا سالبا وهو ايونات الغازات السالبة أو إلى جزيئات الغاز عدا غاز H_2 يجب ان يمرر كتفاعل اختزال والذي يرجع اصله ايونا موجبا (O_2) (Br_2) (I_2) (Cl_2)

ملاحظة : تحرير الغازات يعني وجودها بالنواتج — **اختزال**

$$2H^{+} + 2e \xrightarrow{\text{نقصان}} H_2 \quad (+ \rightarrow 0)$$

لان الاوكسجين عدد تأكسده (−2) وهو يختلف من بقية الغازات لذلك ازداد عدد الالكترونات الى $4e^{-}$ — **اكسدة**

$$2Cl^{-} \xrightarrow{\text{زيادة}} Cl_2 + 2e^{-} \quad (- \rightarrow 0)$$

$$2O^{-2} \xrightarrow{\text{زيادة}} O_2 + 4e^{-} \quad (-2 \rightarrow 0)$$

ملاحظات :

1- في تفاعل الأكسدة توضع (e) المفقودة في النواتج وفي تفاعل الاختزال توضع (e) المكتسبة في المتفاعلات .

2- يمكن معرفة عدد (e) حيث يساوي الفرق في الشحنة بين الطرفين .

3- شحنة العنصر الحر يساوي صفرا .

4 - عدد مولات الايون يضرب في شحنته .

5- كل تفاعل أكسدة لو تم قلبه يصبح تفاعل اختزال والعكس صحيح .

اعداد :- حيدر يحيى علوان
المدرسة :- اعدادية الاندلس للبنين

تمرين (4 – 2) حدد الذرات التي تعاني تأكسداً وتلك التي تعاني اختزالا في التفاعلات التالية مع كتابة إنصاف التفاعل للتأكسد والاختزال ؟

1- $Zn + Cu^{+2} \longrightarrow Zn^{+2} + Cu$

2- $Mg + 2HCl \longrightarrow MgCl_2 + H_2$

الحل

1- $Zn + Cu^{+2} \longrightarrow Zn^{+2} + Cu$

نصف تفاعل تأكسد: $\overset{\boxed{0}}{Zn} \xrightarrow{\text{زيادة}} Zn^{\boxed{+2}} + 2e^-$

نصف تفاعل اختزال: $\overset{\boxed{+2}}{Cu} + 2e^- \xrightarrow{\text{نقصان}} Cu^{\boxed{0}}$

2- $Mg + 2HCl \longrightarrow MgCl_2 + H_2$

نصف تفاعل أكسدة: $\overset{\boxed{0}}{Mg} \xrightarrow{\text{زيادة}} Mg^{\boxed{+2}} + 2e^-$

نصف تفاعل اختزال: $2\overset{\boxed{+}}{H} + 2e^- \xrightarrow{\text{نقصان}} \overset{0}{H_2}$





اعداد وترتيب الأستاذ : حيدر يحيى علوان

العوامل المؤكسدة والعوامل المختزلة

العامل المختزل :- وهي المادة التي لها القدرة على اختزال مادة أخرى حيث تفقد الالكترونات ويزداد عدد تأكسدها إي تسلك كتفاعل أكسدة (المادة التي تتأكسد وتسبب اختزالا لمادة أخرى)

العامل المؤكسد :- وهي المادة التي لها القدرة على أكسدة مادة أخرى حيث تكتسب الالكترونات ويقل عدد تأكسدها إي تسلك كتفاعل اختزال (المادة التي تختزل وتسبب تأكسد لمادة أخرى)

مثال (4 -3) حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في كل من المتفاعلات التالية :-

1- $Zn + CuSO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + Cu$

2- $Cu + 2AgNO_3 \longrightarrow Cu(NO_3)_2 + 2Ag$

الحل

1- $\overset{0}{Zn} + \overset{+2}{Cu}SO_4 \longrightarrow \overset{+2}{Zn}SO_4 + \overset{0}{Cu}$ (زيادة / نقصان)

$Zn \Leftarrow \overset{0}{Zn} \longrightarrow Zn^{+2} + 2e^-$ يعاني تأكسد لذا فهو عامل مختزل

$Cu^{+2} \Leftarrow Cu^{+2} + 2e \longrightarrow \overset{0}{Cu}$ يعاني اختزالا لذا فهو عامل مؤكسد

2- $Cu + 2Ag^{+}NO_3 \longrightarrow Cu^{+2}(NO_3)_2 + 2Ag^{0}$ (زيادة / نقصان)

$Cu \Leftarrow \overset{0}{Cu} \longrightarrow Cu^{+2} + 2e^-$ يعاني تأكسد لذا فهو عامل مختزل

$Ag^{+1} \Leftarrow 2Ag^{+} + 2e^- \longrightarrow 2\overset{0}{Ag}$ يعاني اختزالا لذا فهو عامل مؤكسد

اعداد وترتيب الأستاذ : حيدر يحيى علوان

تمرين (4 -3)

حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في كل من التفاعلات التالية :-

1- $2C_{(S)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{(g)}$

2- $Mg_{(S)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow MgCl_{2(S)}$

3- $Mg_{(S)} + Fe^{+3}_{(aq)} \longrightarrow Mg^{+2}_{(aq)}Fe_{(S)}$

الحل

1- $2C_{(S)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{(g)}$

$2C \longrightarrow 2C^{+2} + 4e^{-} \Rightarrow C$ يعاني تأكسد لذا فهو عامل مختزل

$O_2 + 4e^{-} \longrightarrow 2O^{-2} \Rightarrow O_2$ يعاني اختزال لذا فهو عامل مؤكسد

2- $Mg_{(S)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow MgCl_{2(S)}$

$Mg \longrightarrow Mg^{+2} + 2e^{-} \Rightarrow$ يعاني تأكسد لذا فهو عامل مختزل

$Cl_2^0 + 2e^{-} \longrightarrow 2Cl^{-} \Rightarrow$ يعاني اختزال لذا فهو عامل مؤكسد

3- $Mg_{(S)} + Fe^{+3}_{(aq)} \longrightarrow Mg^{+2}_{(aq)}Fe_{(S)}$ واجب

اعداد وترتيب الأستاذ : حيدر يحيى علوان





اعداد :- حيدر يحيى علوان
المدرسة :- اعدادية الاندلس للبنين

تمرين (4 -4) هل يحتاج حدوث أنصاف التفاعلات الاتية لعامل مؤكسد أم مختزل ولماذا ؟

الحل

a – $Mg \longrightarrow Mg^{+2} + 2e^-$ (زيادة) عامل مختزل (أكسدة)

ويحتاج الى عامل مؤكسد (بعملية اختزال)

b – $Ce^{+4} + e^- \longrightarrow Ce^{+3}$ (نقصان) عامل مؤكسد (اختزال)

ويحتاج الى عامل مختزل (يعاني اكسدة)

C – $4H^+ + O_2 + 4e^- \longrightarrow 3H_2O_{(g)}$ (نقصان) عامل مؤكسد (اختزال)

ويحتاج الى عامل مختزل (يعاني اكسدة)

تمرين (4 -5) أكتب معادلات نصفي التفاعل في التفاعلات الاتية :

الحل

a – $2H_2O_2 \longrightarrow 2H_2 + 2O_2$

$2O_2^- \longrightarrow 2\overset{0}{O_2} + 2e^-$ (زيادة) نصف تفاعل (أكسدة)

$2H_2^+ + 2e^- \longrightarrow 2\overset{0}{H_2}$ (نقصان) نصف تفاعل (أختزال)

b – $Cl_2 + 2OH^- \longrightarrow Cl^- + ClO^- + H_2O$

$Cl_2 \longrightarrow ClO^- + 2e^-$ نصف تفاعل (أكسدة)

$Cl_2 + 2e^- \longrightarrow Cl^-$ نصف تفاعل (أختزال)

Cl_2 ، ClO^-

$Cl - 2 = -1$

0 ، $Cl = +1$

$Cl_2 \longrightarrow 2Cl^{+1} + 2e^-$ (زيادة)

$Cl_2 + 2e^- \longrightarrow 2Cl^{-1}$ (نقصان)

التأكسد والاختزال الذاتي

تفاعل يحدث فيه تفاعلات تأكسد واختزال لنفس الذرة كالتفاعل الاتي :

$$Br_2 + 2OH^- \rightarrow BrO^- + Br^{-1} + H_2O$$

نصف تفاعل التأكسد $Br_2 \rightarrow BrO^{-1}$

تأكسد Br_2 الى BrO^{-1} حيث تغير عدد تأكسده من صفر الى $+1$

نصف تفاعل اختزال $Br_2 \rightarrow Br^{-1}$

اختزال Br_2 الى Br^{-1} حيث تغير عدد تأكسده من صفر الى -1

موازنة معادلات التأكسد والاختزال

تستخدم المعادلة الكيميائية للتعبير عن التفاعل الكيميائي ولأهميتها في الحسابات الكيميائية والكيمياء الصناعية لا بد من كتابتها موزونة لتحقيق قانوني حفظ المادة وحفظ الشحنة ومن اهم الطرائق التي تفيد في موازنة المعادلات هي :

1 – طريقة المحاولة والخطأ (تمت دراستها سابقا)

2 – طريقة نصف التفاعل

3 – طريقة موازنة المعادلات بوسط حامضي

4 – طريقة موازنة المعادلات بوسط قاعدي

طرائق موازنة المعادلات :

أولا : طريقة نصف التفاعل Half- Reaction Method

يتم الموازنة بهذه الطريقة بتقسيم التفاعل الى نصفي تفاعل الاكسدة والاختزال من خلال تعيين اعداد التأكسد .نوازن كل نصف تفاعل من حيث اعداد الذرات(تحقيق قانون حفظ الكتلة) ثم موازنتها من حيث الشحنة بأضافة الالكترونات للطرف المناسب (قانون حفظ الشحنة) ثم نجمع نصفي التفاعل على شرط ان يكون عدد الالكترونات المفقودة في نصف تفاعل الاكسدة يساوي عدد الالكترونات المكتسبه في نصف تفاعل الاختزال ثم نجمع المعادلتين بعد ذلك والناتج يمثل المعادلة الاساسية للتفاعل الموزونة.

مثال (4 -4)

زن المعادلة الاتية بطريقة نصف التفاعل

$$Al + H^{+} \longrightarrow Al^{3+} + H_2$$

الحل

1- نقسم التفاعل الى نصفي التفاعل نصف تفاعل تأكسد (زيادة عدد التأكسد) نصف تفاعل اختزال(نقصان عدد التأكسد.)

$Al \longrightarrow Al^{3+}$ نصف تفاعل(تأكسد)

$H^{+} \longrightarrow H_2$ نصف تفاعل(اختزال)

2 ـ نوازن اعداد الذرات في كل من نصفي التفاعل(قانون حفظ الكتله)

$Al \longrightarrow Al^{3+}$ (تأكسد)

$2H^{+} \longrightarrow H_2$ (اختزال)

3 ـ نوازن الشحنات بإضافة الالكترونات (يكون مجموع الشحنات في يسار المعادلة مساوياً لعدد الشحنات في يمين المعادلة)

$Al \longrightarrow Al^{3+} + 3e^{-}$ (تأكسد)

$2H^{+} + 2e^{-} \longrightarrow H_2$ (اختزال)

4 ـ نلاحظ عدد الالكترونات غير متساوي في كلاّ المعادلتين لذا نقوم بمساواة اعداد الالكترونات وذلك بضرب معادلة التأكسد بالعدد (2) اما معادلة الاختزال بالعدد (3)

$2Al \longrightarrow 2Al^{3+} + 6e^{-}$

$6H^{+} + 6e^{-} \longrightarrow 3H_2$

5 ـ نجمع المعادلتين

$2Al \longrightarrow 2Al^{3+} + \cancel{6e^{-}}$ (تأكسد)

$6H^{+} + \cancel{6e^{-}} \longrightarrow 3H_2$ (اختزال)

$2Al + 6H^{+} \longrightarrow 2Al^{3+} + 3H_2$ معادلة التأكسد والاختزال

مثال (4 -5)

زن المعادلة الاتية بطريقة نصف التفاعل

$$I^{-} + Hg^{2+} \longrightarrow I_2 + Hg_2^{2+}$$

الحل

نقسم التفاعل الى نصفي التفاعل

$I^{-} \longrightarrow I_2$ نصف تفاعل(تأكسد)

$Hg^{2+} \longrightarrow Hg_2^{2+}$ نصف تفاعل(اختزال)

نوازن اعداد الذرات

$2I^{-} \longrightarrow I_2$ (تأكسد)

$2Hg^{2+} \longrightarrow Hg_2^{2+}$ (اختزال)

نوازن الشحنات بإضافة الالكترونات للطرف المناسب نلاحظ عدد الالكترونات متساوي اي عدد الالكترونات المفقودة يساوي عدد الالكترونات المكتسبة لذا لا نحتاج لضرب اي من المعادلتين لذا نجمع المعادلتين

$2I^{-} \longrightarrow I_2 + \cancel{2e^{-}}$ (تأكسد)

$2Hg^{2+} + \cancel{2e^{-}} \longrightarrow Hg_2^{2+}$ (اختزال)

$2I^{-} + 2Hg^{2+} \longrightarrow I_2 + Hg_2^{2+}$ معادلة التأكسد والاختزال

تمرين (4 -6) زن المعادلات التالية بطريقة نصفي التفاعل :

الحل

1) $Al + Hg_2^{+2} \longrightarrow Al^{3+} + Hg$

زيادة

$Al \longrightarrow Al^{3+}$ (تأكسد)

نقصان

$Hg_2^{+2} \longrightarrow Hg$ (اختزال)

$Al \longrightarrow Al^{3+} + 3e^-$ (تأكسد)

$Hg_2^{+2} + 2e^- \longrightarrow 2Hg$ (اختزال)

نوازن عدد الالكترونات في نصفي الخلية

$2Al \longrightarrow 2Al^{3+} + \cancel{6e^-}$

$3Hg_2^{+2} + \cancel{6e^-} \longrightarrow 6Hg$

$2Al + 3Hg_2^{+2} \longrightarrow 2Al^{3+} + 6Hg$ التفاعل العام

2) $O^{2-} + Cl^{5+} \longrightarrow O_2 + Cl^-$

$O^{2-} \longrightarrow O_2$ (تأكسد)

$Cl^{5+} \longrightarrow Cl^-$ (اختزال)

$2O^{2-} \longrightarrow O_2 + 4e^-$ $(3\times)$

$Cl^{5+} + 6e^- \longrightarrow Cl^-$ $(2\times)$

نوازن عدد الالكترونات في نصفي الخلية

$6O^{2-} \longrightarrow 3O_2 + \cancel{12e^-}$

$2Cl^{5+} + \cancel{12e^-} \longrightarrow 2Cl^-$

$6O^{2-} + 2Cl^{5+} \longrightarrow 3O_2 + 2Cl^-$ التفاعل العام

3) $Fe^{3+} + Sn^{2+} \longrightarrow Fe^{2+} + Sn^{4+}$

$Sn^{2+} \longrightarrow Sn^{4+} + 2e^-$ (تأكسد)

$Fe^{3+} + 1e^- \longrightarrow Fe^{2+}$ $\times 2$ (اختزال)

$Sn^{2+} \longrightarrow Sn^{4+} + \cancel{2e^-}$

$2Fe^{3+} + \cancel{2e^-} \longrightarrow 2Fe^{2+}$

نوازن عدد الالكترونات في نصفي الخلية

$Sn^{2+} + 2Fe^{3+} \longrightarrow Sn^{4+} + 2Fe^{2+}$ التفاعل العام

ثانيا : طريقة نصف التفاعل بوسط حامضي

هناك عدد من التفاعلات تحدث في المحاليل الحامضية والقاعدية وللتعرف على موازنة المعادلات في وسط حامضي سندرس المثال الاتي :

$$Cr_2O_7^{2-} + Fe^{2+} \xrightarrow{H^+} Cr^{3+} + Fe^{3+}$$

1 ـ نقسم التفاعل الى نصفي التفاعل

$Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+}$ نصف تفاعل (تأكسد)

$Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow Cr^{3+}$ نصف تفاعل (اختزال)

2 ـ نوازن اعداد الذرات في كل من نصفي التفاعل عدا (H و O)

$Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+}$ (تأكسد)

$Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow 2Cr^{3+}$ (اختزال)

3 ـ نوازن ذرات الاوكسجين بإضافة جزيئات ماء بعدد ذرات الاوكسجين

$Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+}$ (تأكسد)

$Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$ (اختزال)

4 ـ نوازن عدد ذرات الهيدروجين بإضافة ايونات الهيدروجين H^+

$Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+}$ (تأكسد)

$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$ (اختزال)

5 ـ نوازن عدد الشحنات

$Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + 1e^-$ $\times 6$ (تأكسد)

$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$ (اختزال)

كفية موازنة الشحنات

لتفاعل الاكسدة

$$\overset{+2}{Fe} \longrightarrow \overset{+3}{Fe} + 1e^-$$

لتفاعل الاختزال

$Cr_2O_7^{-2}$

$2Cr + (-2 \times 7) = -2$

$2Cr - 14 = -2$

$2Cr = -2 + 14$

$2Cr = +12$

$Cr = +6$

$$2Cr^{+6} + 6e^- \rightarrow 2Cr^{+3}$$

6 ـ نساوي بين عدد الالكترونات المفقودة والمكتسبة

$6Fe^{2+} \longrightarrow 6Fe^{3+} + 6e^-$ (تأكسد)

$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$ (اختزال)

7 ـ نجمع نصفي التفاعل

$6Fe^{2+} \longrightarrow 6Fe^{3+} + \cancel{6e^-}$ (تأكسد)

$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + \cancel{6e^-} \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$ (اختزال)

معادلة التأكسد والاختزال

$$6Fe^{2+} + Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ \longrightarrow 6Fe^{3+} + 2Cr^{3+} + 7H_2O$$

مثال (4 −6) زن المعادلة الاتية بطريقة نصف التفاعل في وسط حامضي ثم حدد العوامل المؤكسدة والمختزلة

$$C_2H_5OH + MnO_4^{-1} \longrightarrow C_2H_4O + Mn^{2+}$$

الحل

نقسم التفاعل الى نصفي التفاعل

$C_2H_5OH \longrightarrow C_2H_4O$ نصف تفاعل (تأكسد) C_2H_5OH هو العامل المختزل

$MnO_4^{-1} \longrightarrow Mn^{2+}$ نصف تفاعل(اختزال) MnO_4^{-1} هو العامل المؤكسد

نوازن اعداد الذرات في كل من نصفي التفاعل عدا (H و O)

$C_2H_5OH \longrightarrow C_2H_4O$ (تأكسد)

$MnO_4^{-1} \longrightarrow Mn^{2+}$ (اختزال)

نوازن ذرات الاوكسجين بإضافة جزيئات ماء بعدد ذرات الاوكسجين

$C_2H_5OH \longrightarrow C_2H_4O$

$MnO_4^{-1} \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$

نوازن عدد ذرات الهيدروجين بإضافة ايونات الهيدروجين H^+

$C_2H_5OH \longrightarrow C_2H_4O + 2H^+$

$MnO_4^{-1} + 8H^+ \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$

نوازن عدد الشحنات

$C_2H_5OH \longrightarrow C_2H_4O + 2H^+ + 2e^-$

$MnO_4^{-1} + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$

نساوي بين عدد الالكترونات المفقودة والمكتسبة
ضرب المعادلة الأولى بـ (5) والثانية بـ (2)

$5C_2H_5OH \longrightarrow 5C_2H_4O + 10H^+ + 10e^-$

$2MnO_4^{-1} + 16H^+ + 10e^- \longrightarrow 2Mn^{2+} + 8H_2O$

نجمع المعادلتين

$5C_2H_5OH \longrightarrow 5C_2H_4O + \cancel{10H^+} + \cancel{10e^-}$ (تأكسد)

$2MnO_4^{-1} + \overset{6}{\cancel{16H^+}} + \cancel{10e^-} \longrightarrow 2Mn^{2+} + 8H_2O$ (اختزال)

معادلة التأكسد والاختزال

$$5C_2H_5OH + 2MnO_4^{-1} + 6H^+ \longrightarrow 5C_2H_4O + 2Mn^{2+} + 8H_2O$$

كفية موازنة الشحنات

لتفاعل الاكسدة

ملاحظة : اهم شيء يجب معرفته هو فارق الشحنة في كل من نصف التأكسد ونصف الاختزال لان سوف نعلم من هو الذي يصبح تأكسد (زيادة بعدد التأكسد) ومن الذي يصبح اختزال (نقصان بعدد التأكسد)

لتفاعل الاختزال

$MnO_4^- \rightarrow Mn^{+2}$

$Mn + (-2 \times 4) = -1$

$Mn - 8 = -1$

$Mn = -1 + 8$

$Mn = +7$

نقصان

$Mn^{+7} + 5e^- \rightarrow Mn^{+2}$

تمرين (4 -7)

زن انصاف التفاعلات الآتية في وسط حامضي :

الحل

1) $NO_3^- \longrightarrow HNO_2$ (اختزال)

نوازن عدد الشحنات لمعرفة هل هو اكسدة ام اختزال

HNO_2	NO_3^-
$+1 + N - 2\times2 = 0$	$N - 3\times2 = -1$
$N - 3 = 0$	$N - 6 = -1$
$N = +3$	$N = +5$

نقصان

$N^{+5} + 2e^- \longrightarrow N^{+3}$

نضيف جزيئات ماء بعدد ذرات الاوكسجين

$NO_3 \longrightarrow HNO_2 + 3H_2O$

نضيف أيضا ايونات الهيدروجين للطرفين

$NO_3 + \cancel{7}H^+ \longrightarrow HNO_2 + 3H_2O + \cancel{4H^+}$ (3)

نوازن عدد الشحنات

$NO_3 + 3H^+ + 2e^- \longrightarrow HNO_3 + H_2O$

---

2) $MnO_4^- \longrightarrow Mn^{2+}$ نصف (اختزال)

نوازن عدد الشحنات لمعرفة هل هو اكسدة ام اختزال

Mn^{2+}	MnO_4^-
	$Mn - 2\times4 = -1$
Mn^{2+}	$Mn - 8 = -1$
	$Mn = +7$

نقصان

$Mn^{+7} + 5e^- \longrightarrow Mn^{2+}$

نضيف جزيئات ماء بعدد ذرات الاوكسجين

$MnO_4^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$

نضيف أيضا ايونات الهيدروجين

$MnO_4^- + 8H^+ \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$

عدد e الذي يمثل فارق الشحنة

$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$

---

3) $Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow Cr$ نصف (اختزال)

نوازن عدد الشحنات لمعرفة هل هو اكسدة ام اختزال

Cr	$Cr_2O_7^{2-}$
	$2Cr - 14 = -2$
Cr	$2Cr = +12$
	$Mn = +6$

نقصان

$2Cr^{+6} + 12e^- \longrightarrow 2Cr^0$

$Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow 2Cr$

نضيف جزيئات ماء بعدد ذرات الاوكسجين

$Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow 2Cr + 7H_2O$

نضيف أيضا ايونات الهيدروجين

$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ \longrightarrow 2Cr + 7H_2O$

عدد e الذي يمثل فارق الشحنة

$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 12e^- \longrightarrow 2Cr + 7H_2O$

تمرين (4 -8) زن المعادلات الاتية بطريقة نصف التفاعل بوسط حامضي

الحل

1) $BiO_3^- + Mn^{+2} \longrightarrow Bi^{3+} + MnO_4^{-1}$

$Mn^{+2} \longrightarrow MnO_4^{-1}$ (تأكسد)

$BiO_3^- \longrightarrow Bi^{3+}$ (اختزال)

نضيف جزيئات ماء بعدد ذرات الاوكسجين
ونضيف أيضا ايونات الهيدروجين لموازنة المعادلة

$Mn^{+2} + 4H_2O \longrightarrow MnO_4^{-1}$ (تأكسد)

$Mn^{+2} + 4H_2O \longrightarrow MnO_4^{-1} + 8H^+$ (تأكسد)

$BiO_3^- \longrightarrow Bi^{3+} + 3H_2O$ (اختزال)

$BiO_3^- + 6H^+ \longrightarrow Bi^{3+} + 3H_2O$ (اختزال)

نساوي عدد e الذي يمثل فارق الشحنة

$Mn^{+2} + 4H_2O \longrightarrow MnO_4^{-1} + 8H^+ + 5e^-$ (×2)

$BiO_3^- + 6H^+ + 2e^- \longrightarrow Bi^{3+} + 3H_2O$ (×5)

$2Mn^{+2} + 8H_2O \longrightarrow 2MnO_4^{-1} + 16H^+ + 10e^-$

$5BiO_3^- + 30H^+ + 10e^- \longrightarrow 5Bi^{3+} + 15H_2O$ (14 فوق $30H^+$، 7 فوق $15H_2O$)

$2Mn^{+2} + 5BiO_3^- + 14H^+ \longrightarrow 2MnO_4^{-1} + 5Bi^{3+} + 7H_2O$ التفاعل العام

الاكسدة

Mn^{+2} MnO_4^{-1}

$Mn - 2\times4 = -1$

Mn^{+2} $Mn - 8 = -1$

$Mn = +7$

زيادة

$Mn^{+2} \longrightarrow Mn^{+7} + 5e^-$

الاختزال

BiO_3^- Bi^{3+}

$Bi - 2\times3 = -1$

$Bi - 6 = -1$ Bi^{3+}

$Bi = +5$

نقصان

$Bi^{+5} + 2e^- \longrightarrow Bi^{+3}$

---

2) $ICl \longrightarrow IO_3^- + I_2 + Cl^-$

$ICl \longrightarrow IO_3^- + Cl^-$ (تأكسد)

$2ICl \longrightarrow I_2 + 2Cl^-$ (اختزال)

نضيف جزيئات ماء بعدد ذرات الاوكسجين ونضيف أيضا ايونات الهيدروجين لموازنة المعادلة

$ICl + 3H_2O \longrightarrow IO_3^- + Cl^- + 6H^+$ (تأكسد)

$2ICl \longrightarrow I_2 + 2Cl^-$ (اختزال)

نضرب بعدد e الذي يمثل فارق الشحنة

$ICl + 3H_2O \longrightarrow IO_3^- + Cl^- + 6H^+ + 4e^-$ (تأكسد)

$2ICl + 2e^- \longrightarrow I_2 + 2Cl^-$ (اختزال)

الاكسدة

ICl IO_3^-

$I - 1 = 0$ $I - 6 = -1$

$I = +1$ $I = +5$

زيادة

$I^{+1} \longrightarrow I^{+5} + 4e^-$

الاختزال

$\underline{ICl}$ $\underline{I_2}$

$I - 1 = 0 = +1$ I_2

نقصان

$2I^{+1} + \boxed{2e^-} \longrightarrow I_2^0$

$ICl + 3H_2O \longrightarrow IO_3^- + Cl^- + 6H^+ + \cancel{4e^-}$ (تأكسد)

$4ICl + \cancel{4e^-} \longrightarrow 2I_2 + 4Cl^-$ $\times 2$ (اختزال)

$5ICl + 3H_2O \longrightarrow IO_3^- + 2I_2 + 5Cl^- + 6H^+$

التفاعل العام

$\underline{S^{2-}}$ $\underline{SO_4^{2-}}$

$S - 8 = -2$

S^{2-} $S = -2 + 8$

$S = +6$

زيادة

$S^{2-} \longrightarrow S^{+6} + \boxed{8e^-}$

$\underline{NO_3^-}$ $\underline{NO_2}$

$N - 6 = -1$ $N - 4 = 0$

$N = -1 + 6$

$N = +5$ $N = +4$

نقصان

$N^{+5} + \boxed{1e^-} \longrightarrow N^{+4}$

3) $S^{2-} + NO_3^- \longrightarrow SO_4^{2-} + NO_2$

$S^{2-} \longrightarrow SO_4^{2-}$ (تأكسد)

$NO_3^- \longrightarrow NO_2$ (اختزال)

نضيف جزيئات ماء بعدد ذرات الاوكسجين
ونضيف أيضا ايونات الهيدروجين لموازنة المعادلة

$S^{2-} + 4H_2O \longrightarrow SO_4^{2-} + 8H^+$ (تأكسد)

$NO_3^- + 2H^+ \longrightarrow NO_2 + H_2O$ (اختزال)

نساوي عدد e الذي يمثل فارق الشحنة

$S^{2-} + 4H_2O \longrightarrow SO_4^{2-} + 8H^+ + \boxed{8e^-}$ (تأكسد)

$NO_3^- + 2H^+ + \boxed{1e^-} \longrightarrow NO_2 + H_2O$ $\times 8$ (اختزال)

$S^{2-} + \cancel{4H_2O} \longrightarrow SO_4^{2-} + \cancel{8H^+} + \cancel{8e^-}$ (تأكسد)

$8NO_3^- + \cancel{16H^+}^{8} + \cancel{8e^-} \longrightarrow 8NO_2 + \cancel{8H_2O}^{4}$ (اختزال)

$S^{2-} + 8NO_3^- + 8H^+ \longrightarrow SO_4^{2-} + 8NO_2 + 4H_2O$ التفاعل العام

ثالثا : طريقة نصف التفاعل بوسط قاعدي

لموازنة معادلات التأكسد والاختزال في الوسط القاعدي نضيف الخطوات التالية بعد اكمال الموازنة في الوسط الحامضي:

أ ـ نضيف ايونات OH^- لطرفي المعادلة النهائية بشرط أن تتساوى مع عدد ايونات الهيدروجين H^+

ب ـ نجمع(ندمج)ايونات H^+ و OH^- اينما وجدت في طرفي المعادلة لتكوين جزيئات ماء.

جـ ـ نختصر اخيراً جزيئات الماء المشتركة من طرفي المعادلة.

مثال (4 −7) زن المعادلة الاتية بطريقة نصف التفاعل بوسط قاعدي

$$CH_3CHO + Cu^{2+} \longrightarrow CH_3COO^- + Cu_2O$$

الحل

نقسم التفاعل الى نصفي تفاعل

$CH_3CHO \longrightarrow CH_3COO^-$ تأكسد

$Cu^{2+} \longrightarrow Cu_2O$ اختزال

نوازن اعداد الذرات في كل من نصفي التفاعل عدا (H و O)

$CH_3CHO \longrightarrow CH_3COO^-$

$2Cu^{2+} \longrightarrow Cu_2O$

نوازن ذرات الاوكسجين بإضافة جزيئات الماء

$CH_3CHO + H_2O \longrightarrow CH_3COO^-$

$2Cu^{2+} + H_2O \longrightarrow Cu_2O$

نوازن عدد ذرات الهيدروجين بإضافة ايونات الهيدروجين H^+

$CH_3CHO + H_2O \longrightarrow CH_3COO^- + 3H^+$

$2Cu^{2+} + H_2O \longrightarrow Cu_2O + 2H^+$

نوازن عدد الشحنات

$CH_3CHO + H_2O \longrightarrow CH_3COO^- + 3H^+ + 2e^-$

$2Cu^{2+} + H_2O + 2e^- \longrightarrow Cu_2O + 2H^+$

نلاحظ ان عدد الالكترونات المفقودة في نصف تفاعل (التأكسد) يساوي عددها في نصف تفاعل (الاختزال) لذا نجمع المعادلتين

$CH_3CHO + H_2O \longrightarrow CH_3COO^- + 3H^+ + \cancel{2e^-}$

$2Cu^{2+} + H_2O + \cancel{2e^-} \longrightarrow Cu_2O + 2H^+$

$$CH_3CHO + 2H_2O + 2Cu^{2+} \longrightarrow CH_3COO^- + 5H^+ + Cu_2O$$

نضيف عدد من ايونات OH^- لطرفي المعادلة مساوي لعدد ايونات H^+

$$CH_3CHO + 2H_2O + 2Cu^{2+} + 5OH^- \longrightarrow CH_3COO^- + 5H^+ + 5OH^- + Cu_2O$$

نجمع ايونات OH^- و H^+ لتشكيل جزيئات ماء و تقوم بحذف جزيئة الماء المشتركة من طرفي المعادلة

$$CH_3CHO + 2H_2O + 2Cu^{2+} + 5OH^- \longrightarrow CH_3COO^- + 5H_2O + Cu_2O$$

$$CH_3CHO + 2Cu^{2+} + 5OH^- \longrightarrow CH_3COO^- + 3H_2O + Cu_2O$$

مثال (4 -8)

زن المعادلة الاتية بطريقة نصف التفاعل بوسط قاعدي

$$Al + NO_3^- \longrightarrow NH_3 + [Al(OH)_4]^{-1}$$

الحل

نقسم التفاعل الى نصفي التفاعل ونوازن عدد الذرات في كل من نصفي التفاعل عدا (H و O)

$$Al \longrightarrow [Al(OH)_4]^{-1} \quad \text{(تأكسد)}$$

$$NO_3^- \longrightarrow NH_3 \quad \text{(اختزال)}$$

نوازن ذرات الاوكسجين بإضافة جزيئات الماء

$$Al + 4H_2O \longrightarrow [Al(OH)_4]^{-1} \quad \text{(تأكسد)}$$

$$NO_3^- \longrightarrow NH_3 + 3H_2O \quad \text{(اختزال)}$$

نوازن عدد ذرات الهيدروجين بإضافة ايونات الهيدروجين H^+

$$Al + 4H_2O \longrightarrow [Al(OH)_4]^{-1} + 4H^+$$

$$NO_3^- + 9H^+ \longrightarrow NH_3 + 3H_2O$$

نوازن عدد الشحنات

$$Al + 4H_2O \longrightarrow [Al(OH)_4]^{-1} + 4H^+ + 3e^- \quad \text{(تأكسد)}$$

$$NO_3^- + 9H^+ + 8e^- \longrightarrow NH_3 + 3H_2O \quad \text{(اختزال)}$$

نساوي بين عدد الالكترونات المفقودة والمكتسبة

$$8Al + 32H_2O \longrightarrow 8[Al(OH)_4]^{-1} + 32H^+ + 24e^-$$

$$3NO_3^- + 27H^+ + 24e^- \longrightarrow 3NH_3 + 9H_2O$$

نجمع المعادلتين

$$8Al + \cancel{32H_2O}^{\,23} \longrightarrow 8[Al(OH)_4]^{-1} + \cancel{32H^+}^{\,5} + \cancel{24e^-}$$

$$3NO_3^- + \cancel{27H^+} + \cancel{24e^-} \longrightarrow 3NH_3 + \cancel{9H_2O}$$

كيفية موازنة الشحنات

لتفاعل الاكسدة

$$[Al(OH)_4]^{-1}$$

$$Al - 1 \times 4 = -1$$

$$Al - 4 = -1$$

$$Al = +3$$

$$Al^0 \rightarrow Al^{+3} + 3e^-$$

لتفاعل الاختزال

$$NO_3^- \rightarrow NH_3$$

$$N - 2 \times 3 = -1 \qquad N + 3 = 0$$

$$N - 6 = -1 \qquad N = -3$$

$$N = +5$$

$$N^{+5} \rightarrow N^{-3} + 8e^-$$

$$8Al + 23H_2O + 3NO_3^- \longrightarrow 8[Al(OH)_4]^{-1} + 5H^+ + 3NH_3$$

نضيف OH^- لطرفي المعادلة مساوي لعدد ايونات H^+

$$8Al + 23H_2O + 3NO_3^- + 5OH^- \longrightarrow 8[Al(OH)_4]^{-1} + 5H^+ + 5OH^- + 3NH_3$$

نجمع ايونات OH^- و H^+ لتشكيل جزيئات ماء

$$8Al + \cancel{23H_2O}^{\,18} + 3NO_3^- + 5OH^- \longrightarrow 8[Al(OH)_4]^{-1} + \cancel{5H_2O} + 3NH_3$$

تقوم بحذف جزيئات الماء المشتركة من طرفي المعادلة

$$8Al + 18H_2O + 3NO_3^- + 5OH^- \longrightarrow 8[Al(OH)_4]^{-1} + 3NH_3$$

تمرين (4 -9)

زّن انصاف التفاعلات الآتية في وسط قاعدي

الحل

1) $NO_3^- \longrightarrow NO_2^-$ (اختزال)

نوازن عدد الشحنات لمعرفة هل هو اكسدة ام اختزال

NO_3^-	NO_2^-
$N - 6 = -1$	$N - 4 = -1$
$N = -1 + 6$	$N = -1 + 4$
$N = +5$	$N = +3$

نقصان

$N^{+5} + 2e^- \longrightarrow N^{+3}$

نضيف جزيئات ماء بعدد ذرات الاوكسجين للطرفين

$NO_3^- \longrightarrow NO_2^- + H_2O$

نضيف أيضا ايونات الهيدروجين للطرفين

$NO_3^- + 2H^+ \longrightarrow NO_2^- + H_2O$

نوازن عدد الشحنات

$NO_3^- + 2H^+ + 2e^- \longrightarrow NO_2^- + H_2O$

نضيف عدد من أيونات OH^- مساوية H^+

$NO_3^- + 2H_2O + 2e^- \longrightarrow NO_2^- + H_2O + 2OH^-$ (1)

$$NO_3^- + H_2O + 2e^- \longrightarrow NO_2^- + 2OH^-$$

2) $MnO_4^- \longrightarrow MnO_2$ نصف (اختزال)

نوازن عدد الشحنات لمعرفة هل هو اكسدة ام اختزال

MnO_4^-	MnO_2
$Mn - 2\times4 = -1$	
$Mn - 8 = -1$	$Mn - 4 = 0$
$Mn = +7$	$Mn = +4$

نقصان

$Mn^{+7} + 3e^- \longrightarrow Mn^{+4}$

نضيف جزيئات ماء بعدد ذرات الاوكسجين

ونضيف أيضا ايونات الهيدروجين لموازنة المعادلة

$MnO_4^- \longrightarrow MnO_2 + 2H_2O$

$MnO_4^- + 4H^+ \longrightarrow MnO_2 + 2H_2O$

$MnO_4^- + 4H^+ + 3e^- \longrightarrow MnO_2 + 2H_2O$

نضيف عدد من أيونات OH^- مساوية H^+

$MnO_4^- + 4H_2O + 3e^- \longrightarrow MnO_2 + 2H_2O + 4OH^-$ (2)

$$MnO_4^- + 2H_2O + 3e^- \longrightarrow MnO_2 + 4OH^-$$

3) $ClO_4^- \longrightarrow Cl_2$ نصف (اختزال)

ClO_4^-	Cl_2
$Cl - 8 = -1$	
$Cl = -1 + 8$	Cl_2
$Cl = +7$	

نقصان

$2Cl^{+7} + 14e^- \longrightarrow Cl_2^0$

$2ClO_4^- \longrightarrow Cl_2$

$2ClO_4^- \longrightarrow Cl_2 + 8H_2O$

$2ClO_4^- + 16H^+ \longrightarrow Cl_2 + 8H_2O$

$2ClO_4^- + 16H^+ + 14e^- \longrightarrow Cl_2 + 8H_2O$

نضيف عدد من أيونات OH^- مساوية H^+

$2ClO_4^- + 16H_2O + 14e^- \longrightarrow Cl_2 + 8H_2O + 16OH^-$ (8)

$$2ClO_4^- + 8H_2O + 14e^- \longrightarrow Cl_2 + 16OH^-$$

تمرين (4 -10) زن المعادلات الاتية بطريقة نصف التفاعل بوسط قاعدي

الحل

1) $I_2 \longrightarrow I^- + IO_3^-$

الاكسدة

$I_2 \qquad IO_3^-$

$I - 6 = -1$

$I = -1 + 6$

$I = +5$

زيادة

$I_2^0 \longrightarrow 2I^{+5} + 10e^-$

الاختزال

$I_2 \qquad I^-$

$I = 0 \qquad I = -1$

نقصان

$I_2^0 + 2e^- \longrightarrow 2I^-$

$I_2 \longrightarrow IO_3^-$ (تأكسد)

$I_2 \longrightarrow I^-$ (اختزال)

نوازن الذرات عدا O

$I_2 \longrightarrow 2IO_3^-$ (تأكسد)

$I_2 \longrightarrow 2I^-$ (اختزال)

نضيف جزيئات ماء بعدد ذرات الاوكسجين
ونضيف أيضا ايونات الهيدروجين لموازنة المعادلة

$I_2 + 6H_2O \longrightarrow 2IO_3^- + 12H^+$ (تأكسد)

$I_2 \longrightarrow 2I^-$ (اختزال)

نوازن عدد الشحنات

$I_2 + 6H_2O \longrightarrow 2IO_3^- + 12H^+ + 10e^-$ (تأكسد)

$I_2 + 2e^- \longrightarrow 2I^-$ $\times 5$ (اختزال)

$I_2 + 6H_2O \longrightarrow 2IO_3^- + 12H^+ + \cancel{10e^-}$ (تأكسد)

$5I_2 + \cancel{10e^-} \longrightarrow 10I^-$ (اختزال)

نضيف عدد من أيونات OH^- مساوية H^+

$6I_2 + \cancel{6H_2O} + 12OH^- \longrightarrow 2IO_3^- + 10I^- + \overset{6}{\cancel{12H_2O}}$

$6I_2 + 12OH^- \longrightarrow 2IO_3^- + 10I^- + 6H_2O$ التفاعل العام

2) $Fe + NO_3^- \longrightarrow Fe^{+3} + N_2$

$Fe \longrightarrow Fe^{+3}$ (تأكسد)

$NO_3^- \longrightarrow N_2$ (اختزال)

الاكسدة

Fe Fe^{+3}

0   Fe = +3

زيادة

$Fe \longrightarrow Fe^{+3} + 3e^-$

الاختزال

NO_3^- N_2

$N - 6 = -1$

$N = -1 + 6$ $N = 0$

$N = +5$

نقصان

$2N^{+5} + 10e^- \longrightarrow N_2$

$Fe \longrightarrow Fe^{+3}$ (تأكسد)

$2NO_3^- \longrightarrow N_2$ (اختزال)

نضيف جزيئات ماء بعدد ذرات الاوكسجين
ونضيف أيضا ايونات الهيدروجين لموازنة المعادلة

$Fe \longrightarrow Fe^{+3}$ (تأكسد)

$2NO_3^- + 12H^+ \longrightarrow N_2 + 6H_2O$ (اختزال)

نوازن عدد الشحنات

$Fe \longrightarrow Fe^{+3} + 3e^-$ $\times 10$

$2NO_3^- + 12H^+ + 10e^- \longrightarrow N_2 + 6H_2O$ $\times 3$

$10Fe \longrightarrow 10Fe^{+3} + \cancel{30e^-}$ (تأكسد)

$6NO_3^- + 36H^+ + \cancel{30e^-} \longrightarrow 3N_2 + 18H_2O$ (اختزال)

$10Fe + 6NO_3^- + 36H^+ \longrightarrow 10Fe^{+3} + 3N_2 + 18H_2O$

نضيف عدد من أيونات OH^- مساوية H^+

$10Fe + 6NO_3^- + 36H^+ + 36OH^- \longrightarrow 10Fe^{+3} + 3N_2 + 18H_2O + 36OH^-$

$10Fe + 6NO_3^- + \overset{18}{\cancel{36H_2O}} \longrightarrow 10Fe^{+3} + 3N_2 + \cancel{18H_2O} + 36OH^-$

التفاعل العام

$$10Fe + 6NO_3^- + 18H_2O \longrightarrow 10Fe^{+3} + 3N_2 + 36OH^-$$

ملاحظة : اهم شيء يجب معرفته هو فارق الشحنة في كل من نصف التأكسد ونصف الاختزال لان سوف نعلم من هو الذي يصبح تأكسد (زيادة بعدد التأكسد) ومن الذي يصبح اختزال (نقصان بعدد التأكسد)

3) $Zn + NO_3^- \longrightarrow NH_3 + [Zn(OH)_4]^{-2}$

الاكسدة

Zn $[Zn(OH)_4]^{-2}$

$Zn - 1 \times 4 = -2$

0      $Zn - 4 = -2$

$Zn = -2 + 4$

$Zn = +2$

زيادة

$Zn^0 \longrightarrow Zn^{+2} + 2e^-$

$Zn \longrightarrow [Zn(OH)_4]^{-2}$ (تأكسد)

$NO_3^- \longrightarrow NH_3$ (اختزال)

نضيف جزيئات ماء بعدد ذرات الاوكسجين
ونضيف أيضا ايونات الهيدروجين لموازنة المعادلة

$Zn + 4H_2O \longrightarrow [Zn(OH)_4]^{-2} + 4H^+$ (تأكسد)

$NO_3^- + 9H^+ \longrightarrow NH_3 + 3H_2O$ (اختزال)

الاختزال

NO_3^-	NH_3
$N - 2\times 3 = -1$	$N + 1\times 3 = 0$
$N - 6 = -1$	$N + 3 = 0$
$N = +5$	$N = -3$

نقصان

$$N^{+5} + 8e^- \longrightarrow N^{-3}$$

$$Zn + 4H_2O \longrightarrow [Zn(OH)_4]^{-2} + 4H^+ + 2e^- \quad \times 4 \quad \text{(تأكسد)}$$

$$NO_3^- + 9H^+ + 8e^- \longrightarrow NH_3 + 3H_2O \quad \text{(اختزال)}$$

$$4Zn + \overset{13}{\cancel{16H_2O}} \longrightarrow 4[Zn(OH)_4]^{-2} + \overset{7}{\cancel{16H^+}} + \cancel{8e^-} \quad \text{(تأكسد)}$$

$$NO_3^- + \cancel{9H^+} + \cancel{8e^-} \longrightarrow NH_3 + \cancel{3H_2O} \quad \text{(اختزال)}$$

$$4Zn + 13H_2O + NO_3^- \longrightarrow 4[Zn(OH)_4]^{-2} + 7H^+ + NH_3$$

نضيف عدد من أيونات OH^- مساوية H^+

$$4Zn + \overset{6}{\cancel{13H_2O}} + NO_3^- + 7OH^- \longrightarrow 4[Zn(OH)_4]^{-2} + \cancel{7H_2O} + NH_3$$

التفاعل العام

$$4Zn + 6H_2O + NO_3^- + 7OH^- \longrightarrow 4[Zn(OH)_4]^{-2} + NH_3$$

---

4) $Mn^{+2} + H_2O_2 \longrightarrow MnO_2 + H_2O$

$$Mn^{+2} \longrightarrow MnO_2 \quad \text{(تأكسد)}$$

$$H_2O_2 \longrightarrow H_2O \quad \text{(اختزال)}$$

نضيف جزيئات ماء بعدد ذرات الاوكسجين
ونضيف أيضا ايونات الهيدروجين لموازنة المعادلة

$$Mn^{+2} + 2H_2O \longrightarrow MnO_2 + 4H^+ \quad \text{(تأكسد)}$$

$$H_2O_2 + 2H^+ \longrightarrow H_2O + H_2O \quad \text{(اختزال)}$$

$$Mn^{+2} + \cancel{2H_2O} \longrightarrow MnO_2 + \overset{2}{\cancel{4H^+}} + \cancel{2e^-}$$

$$H_2O_2 + \cancel{2H^+} + \cancel{2e^-} \longrightarrow \cancel{H_2O} + \cancel{H_2O}$$

$$Mn^{+2} + H_2O_2 \longrightarrow MnO_2 + 2H^+$$

الاكسدة

Mn^{+2}	MnO_2
	$Mn - 2\times 2 = 0$
$+2$	$Mn = +4$

زيادة

$$Mn^{+2} \longrightarrow Mn^{+4} + 2e^-$$

الاختزال

H_2O_2	H_2O
$+2 + 2O = 0$	$+2 + O = 0$
$O = -1$	$O = -2$

نقصان

$$2O^{-1} + 2e^- \longrightarrow 2O^{-2}$$

نضيف عدد من أيونات OH^- مساوية H^+

$$Mn^{+2} + H_2O_2 + 2OH^- \longrightarrow MnO_2 + 2H^+ + 2OH^-$$

التفاعل العام

$$Mn^{+2} + H_2O_2 + 2OH^- \longrightarrow MnO_2 + 2H_2O$$

ملاحظة : اهم شيء يجب معرفته هو فارق الشحنة في كل من نصف التأكسد ونصف الاختزال لان سوف نعلم من هو الذي يصبح تأكسد (زيادة بعدد التأكسد) ومن الذي يصبح اختزال (نقصان بعدد التأكسد)

5) $Cr_2O_3 + ClO^- \longrightarrow CrO_4^{-2} + Cl^-$

الاكسدة

Cr_2O_3 CrO_4^{-2}

$2Cr - 6 = 0$ $Cr - 8 = -2$

$2Cr = 6$ $Cr = -2 + 8$

$Cr = +3$ $Cr = +6$

زيادة

$$2Cr^{+3} \longrightarrow 2Cr^{+6} + 6e^-$$

الاختزال

ClO^- Cl^-

$Cl - 2 = -1$

$Cl = -1 + 2$ $Cl = -1$

$Cl = +1$

نقصان

$$Cl^{+1} + 2e^- \longrightarrow Cl^-$$

$Cr_2O_3 \longrightarrow CrO_4^{-2}$ (اختزال)

$ClO^- \longrightarrow Cl^-$ (تأكسد)

$Cr_2O_3 \longrightarrow 2CrO_4^{-2}$ (تأكسد)

$ClO^- \longrightarrow Cl^-$ (اختزال)

نضيف جزيئات ماء بعدد ذرات الاوكسجين
ونضيف أيضا ايونات الهيدروجين لموازنة المعادلة

$$Cr_2O_3 + 5H_2O \longrightarrow 2CrO_4^{-2} + 10H^+$$

$$ClO^- + 2H^+ \longrightarrow Cl^- + H_2O$$

نوازن عدد الشحنات

$$Cr_2O_3 + 5H_2O \longrightarrow 2CrO_4^{-2} + 10H^+ + 6e^-$$

$$ClO^- + 2H^+ + 2e^- \longrightarrow Cl^- + H_2O \qquad \times 3$$

$$Cr_2O_3 + \overset{2}{\cancel{5H_2O}} \longrightarrow 2CrO_4^{-2} + \overset{4}{\cancel{10H^+}} + \cancel{6e^-}$$

$$3ClO^- + \cancel{6H^+} + \cancel{6e^-} \longrightarrow 3Cl^- + \cancel{3H_2O}$$

$$Cr_2O_3 + 2H_2O + 3ClO^- \longrightarrow 2CrO_4^{-2} + 4H^+ + 3Cl^-$$

نضيف عدد من أيونات OH^- مساوية H^+

$$Cr_2O_3 + \cancel{2H_2O} + 3ClO^- + 4OH^- \longrightarrow 2CrO_4^{-2} + \overset{2}{\cancel{4H_2O}} + 3Cl^-$$

التفاعل العام

$$Cr_2O_3 + 3ClO^- + 4OH^- \longrightarrow 2CrO_4^{-2} + 2H_2O + 3Cl^-$$

اعداد وترتيب الأستاذ : حيدر يحيى علوان

الخلايا الكهروكيميائية

عند دراستنا لتفاعلات التأكسد والاختزال نلاحظ إن بعضا منها يحدث بشكل تلقائي كتفاعل شريط المغنسيوم مع حامض الهيدروكلوريك المخفف بينما لا تحدث التفاعلات بصورة تلقائية فمثلا تحلل الماء إلى عناصره الأساسية إلا بتزويده بطاقة خارجية لذلك فان علاقة تفاعلات التأكسد والاختزال التلقائية والغير تلقائية بالطاقة الكهربائية علاقة وثيقة حيث من خلال بعض التفاعلات التي يمكن الحصول منها على الطاقة الكهربائية وذلك بتكوين خلايا تدعى بـ (الخلايا الكهروكيميائية) والتي تتكون من قطبين وهما :-

1 . **القطب الموجب (الانود Anode)** :- وهو القطب الذي تحدث فيه عملية التأكسد والذي يكون مصدرا للإلكترونات .

2 . **القطب السالب (الكاثود Cathode)** :- وهو القطب الذي تحدث فيه عملية الاختزال والذي تتحول إليه الالكترونات المنتقلة من القطب الموجب من خلال سلك خارجي (دائرة خارجية) .

ويكون كلا القطبين مغمورين في محلول الالكتروليتي تشترك مكوناته في تفاعلات التأكسد والاختزال التي تجري على سطحي القطبين

أنواع الخلايا الكهروكيميائية

1 . الخلايا الكلفانية أو (الفولتائية)

وهي الخلايا التي تتحول فيها الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية من خلال تفاعل كيميائي يجري تلقائيا ومثال البطاريات (النضائد) Battries

2 . الخلايا الالكتروليتية

وهي الخلايا التي تتحول فيها الطاقة الكهربائية إلى طاقة كيميائية وتجرى تفاعلاتها بشكل غير تلقائي اي عكس الخلايا الكلفانية ومثال عليها هو التحليل الكهربائي لمنصهر كلوريد الصوديوم وخلايا الطلاء الكهربائي ص 35

ملاحظة : المقارنة بينهما في سؤال (4 – 9) لاحقا ان شاء الله

أولا: الخلايا الكلفانية

وهي تلك الخلايا التي تتحول فيها الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية من خلال تفاعل كيميائي يجري بشكل تلقائي لتوليد تيار كهربائي ومن أمثلة تلك الخلايا هي البطاريات (النضائد)

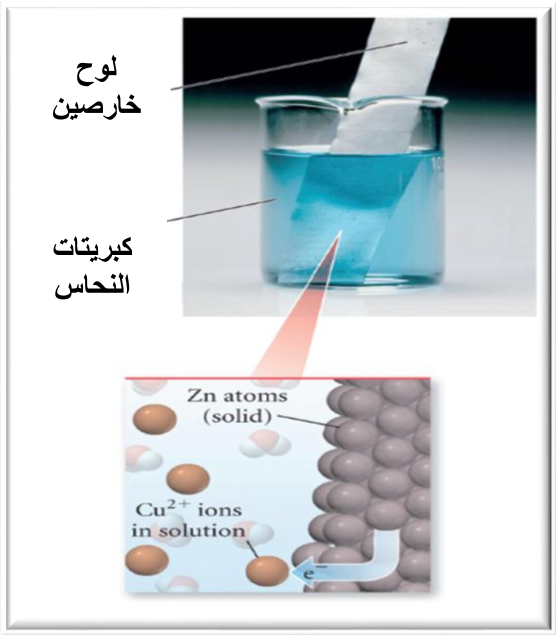
سؤال : ما هي التفاعلات التي تحدث داخل هذه الخلايا ؟ أعط مثال على ذلك ؟

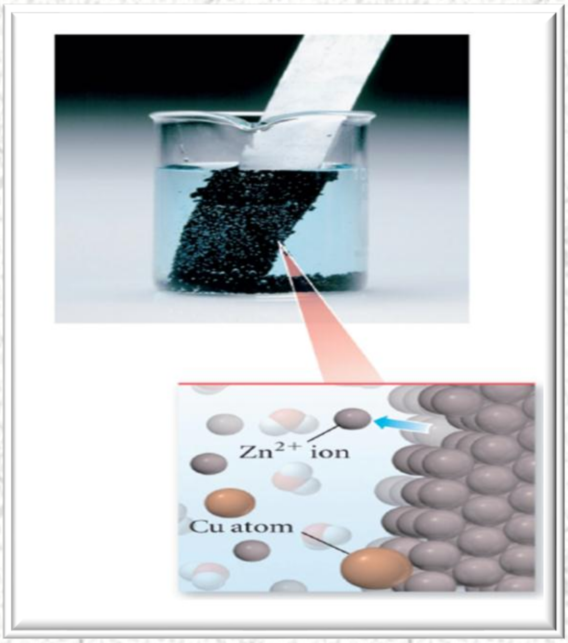
الجواب : عند غمر لوح من الخارصين في محلول كبريتات النحاس يبدأ لوح الخارصين بالتآكل (تأكسد) والاضمحلال ويصاحب ذلك زيادة في تركيز ايونات الخارصين إي حدوث تفاعل تلقائي وبنفس الوقت تبدأ طبقة إسفنجية بنية اللون (عنصر النحاس) بأكساء الخارصين ويترسب قسم من هذا النحاس في قعر الإناء ويبدا اللون الأزرق للمحلول بالاضمحلال نتيجة لنقصان تركيز ايونات النحاس (اختزال) في المحلول حتى يصبح عديم اللون كما في التفاعل الاتي :-

$$\underset{(s)}{Zn} + \underset{(aq)}{Cu^{+2}SO_4^{-2}} \longrightarrow \underset{(aq)}{Zn^{+2}SO_4^{-2}} + \underset{(s)}{Cu}$$

ومن الملاحظ إن ايونات (SO_4^{-2}) لم تعان تغيرا في عدد تأكسدها (إي أنها لم تشترك في التفاعل) لذا يمكن كتابة التفاعل أعلاه بالشكل المبسط الاتي :-

$$\underset{(s)}{Zn^0} + \underset{(aq)}{Cu^{+2}} \longrightarrow \underset{(aq)}{Zn^{+2}} + \underset{(s)}{Cu^0}$$



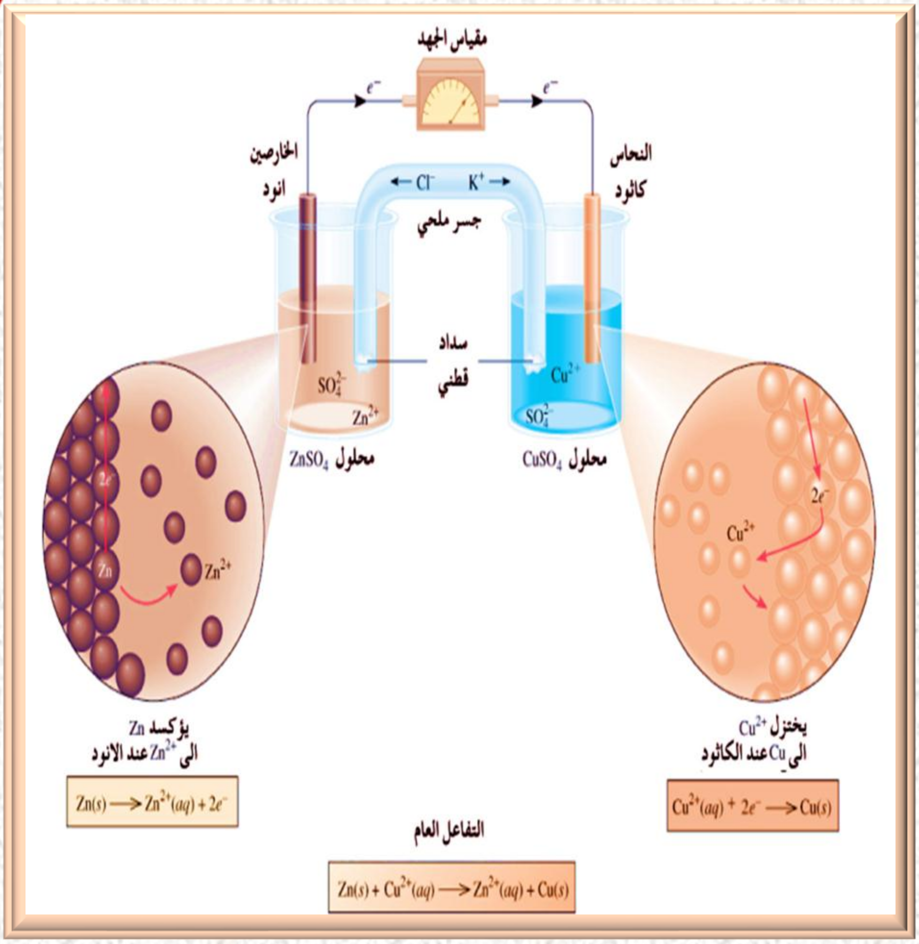


التفاعلات التي تحدث عند غمر لوح من الخارصين في محلول كبريتات النحاس

$$\underset{(s)}{Zn^0} + \underset{(aq)}{Cu^{+2}} \longrightarrow \underset{(aq)}{Zn^{+2}} + \underset{(s)}{Cu^0}$$

خلية دانيال (Danil Cell)

ابسط واشهر خلية كلفانية (فولتائية) والموضحة مكوناتها الأساسية في الشكل ((الصفحة اللاحقة))



في خلية دانيال:- يغمر لوح في محلول Zn في محلول $ZnSO_4$ ويغمر لوح Cu في محلول الخلية على مبدأ تأكسد Zn^0 الى Zn^{+2} واختزال Cu^{+2} إلى Cu^0 والذي يمكن إن يحدث أنيا في وعائيين منفصلين مع انتقال للإلكترونات بين القطبين من خلال سلك خارجي إن لوحا الخارصين والنحاس تدعى بـ الأقطاب ويعرف كل منها بقطب العنصر والذي يعرف على انه ذلك القطب المغمور في المحلول ايوناته أو في حالة تماس مع محلول يحتوي على ايونات ذلك العنصر كما في الشكل المجاور

القطب الموجب :- (الانود) لوح الخارصين والذي تجرى عنده عملية التأكسد والذي يكون مصدرا للإلكترونات

تفاعل نصف الخلية / قطب **Zn** (الانود) تأكسد $\underset{(S)}{Zn^0} \longrightarrow \underset{(aq)}{Zn^{+2}} + 2e^-$

القطب السالب :- (الكاثود) لوح النحاس والذي تجري عنده عملية الاختزال والذي تتحول إليه الالكترونات المتنقلة من القطب الموجب (الخارصين) من خلال السلك الخارجي .

تفاعل نصف الخلية / قطب **Cu** (الكاثود) (اختزال) $\underset{(aq)}{Cu^{+2}} + 2e^- \longrightarrow \underset{(S)}{Cu^0}$

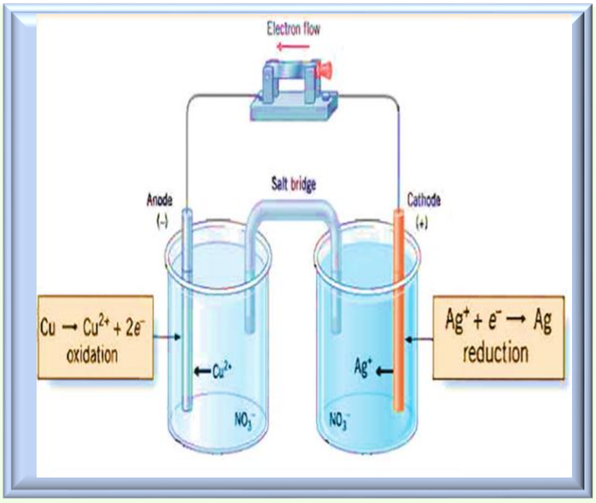
وبذلك يمكن الحصول على التفاعل العام للخلية عند جمع تفاعلي نصف الخلية وذلك بعد مساواة عدد الالكترونات المفقودة والمكتسبة حيث في هذا المثال نرى إن العدد متساوي

التفاعل العام $\underset{(S)}{Zn^0} + \underset{(aq)}{Cu^{+2}} \longrightarrow \underset{(aq)}{Zn^{+2}} + \underset{(S)}{Cu^0}$

تمرين (4 -11) إذا علمت إن التفاعل التالي يحدث بصورة تلقائية في الخلية الكلفانية الموضحة في الشكل أدناه

$$Cu_{(s)} + Ag^{+}_{(aq)} \longrightarrow Cu^{+2}_{(aq)} + 2Ag_{(s)}$$

أ. اكتب تفاعلات نصفي الخلية ب- وضح اتجاه سريان الالكترونات عبر السلك الخارجي واتجاه حركة الايونات عبر الجسر الملحي المملوء بمحلول KNO_3



الحل أ

نصف تفاعل تأكسد / الانود: $Cu_{(s)} \longrightarrow Cu^{+2}_{(aq)} + 2e^{-}$

نصف تفاعل اختزال / الكاثود: $2Ag^{+}_{(aq)} + 2e^{-} \longrightarrow 2Ag_{(s)}$

الحل ب

تسري الالكترونات عبر السلك الخارجي منطلقة من الانود (قطب النحاس) باتجاه الكاثود (قطب الفضة) بينما تتحرك الايونات الموجبة (K^{+}) عبر الجسر الملحي باتجاه القطب السالب الكاثود والايونات السالبة (NO_3^{-}) باتجاه القطب الموجب الانود .

جهد الخلية الكلفانية (Galvanic cell potential)

يسري التيار الكهربائي من الانود باتجاه الكاثود بسبب الفرق بين الجهد الكهربائي بين القطبين مشابه لسريان الغاز من منطقة الضغط العالي الى الواطئ ويعرف الجهد القطب ويقسم إلى قسمين

1 - **جهد التأكسد** :- مقدار ميل المادة نحو فقدان الالكترونات

2 - **جهد الاختزال** :- مقدار ميل المادة نحو اكتساب الالكترونات

جهد الخلية :-

يسمى الجهد بين قطبي الخلية الكلفانية بجهد الخلية حيث يرمز له بالرمز (E_{cell}) لذا فأنه يساوي :-

تعني اختزال تعني اكسدة

$$E_{cell} = E_{anode} + E_{cathode} \quad \text{or} \quad E_{cell} = E_{OX} + E_{red}$$

ملاحظات

1. إن جهد الخلية يساوي جهد الأكسدة وجهد الاختزال حيث إن جهد الأكسدة يحدث في القطب الموجب (الانود) وجهد الاختزال يحدث في القطب السالب (الكاثود) لذلك يمكن التعبير جهد الخلية بـ

$$E_{cell} = E_{anode} + E_{cathode}$$

2 - أن جهد القياس يعبر عنه بالظروف القياسية عند C^0 25 وتركيز واحد مولاري (1 M) حيث تكون جهود الأكسدة والاختزال قياسية أيضا عند نفس الظروف

$$E^0_{cell} = E^0_{anode} + E^0_{cathode}$$

3 - لكل عنصر له جهد اختزال قياسي = جهد تأكسد لكن بعكس الإشارة

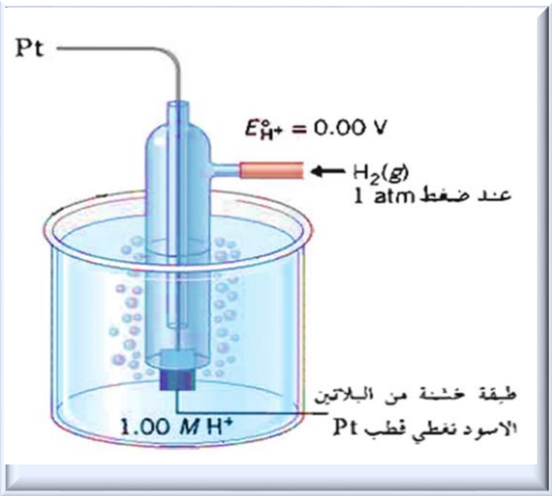
4 - تم الاتفاق على أعطاء قيم جهود الاختزال القياسية لجميع العناصر (تعطى في الأسئلة جهود اختزال فقط) حيث إن الأعلى جهد (الرقم الأكبر) يُنتخب كاثودا (الاختزال) والأقل جهد (الرقم الأصغر) يُنتخب انودا (الأكسدة) ويعكس اشارته

5 - وعند كتابة أو رسم الخلية القياسية يكون موقع الانود (يسارا) دائما وموقع الكاثود (يمينا) دائما

6 – لا يمكن عمل خلية من قطب واحد وقياس جهدها لذا لا بد من وجود قطب مرجع لقياس جهود الأقطاب الأخرى نسبة إليه لذا يمكن استخدام قطب الهيدروجين القياسي

قطب الهيدروجين القياسي

(ذو جهد قياسي معلوم) حيث تم اختياره لأنه عنصر نشاطه الكيميائي متوسط بين العناصر فيمكن استخدامه قطب أنود أو كاثود ، يتكون قطب الهيدروجين كما في الشكل (4–6) من أنبوبة زجاجية يمرر بها غاز (H_2) على شكل فقاعات بضغط 1 atm وعند C^0 25 يحتوي على ايونات $[H^+]$



مثل محلول HCl ويكون تركيزه (1 M) تحتوي الأنبوبة الزجاجية في أسفلها على قطعة من البلاتين مغطاة بطبقة خشنة من البلاتين الأسود متصلة بسلك من البلاتين ويستخدم عنصر(pt) لصنع هذا النوع من الأقطاب

جواب لأنه مادة صلبة لا تعاني تأكسدا واختزالا تحت الظروف التي يستخدم بها تقوم قطعة البلاتين بمهمتين

أ – توفير سطح للقطب

ب – توفير وسليه لحدوث توصيل كهربائي مع الدائرة الخارجية يرمز لقطب الهيدروجين القياسي بـ (SHE)(Standard Hydrogen Electrode وقد تم الاتفاق في الاتحاد الدولي للكيمياء الصرفة التطبيقية (IUPAC) على أن يكون جهده يساوي صفر فولت

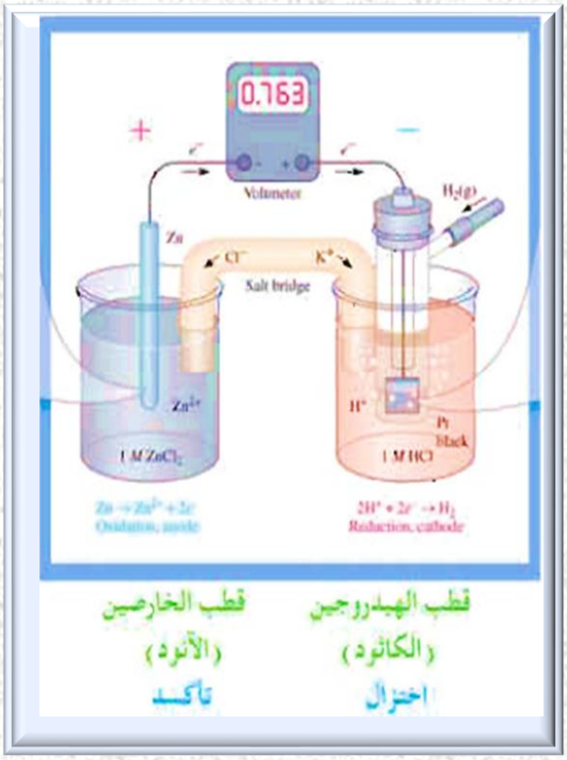
$$E_{H_2} = 0.0 \quad V$$

اعداد :- حيدر يحيى علوان
المدرسة :- اعدادية الاندلس للبنين

جهود الأقطاب القياسية :-

يمكن استخدام قطب H_2 لقياس الأقطاب الأخرى فعندما يربط قطب H_2 مع إي قطب أخر لعمل خلية سيكون جهد الخلية مساويا إلى مجموع الجهد القياسي للعنصر مضافا إليه جهد قطب H_2 وبما إن قيمة قطب H_2 يساوي صفر فعنى هذا إن الجهد القياسي لقطب العنصر سيساوي جهد الخلية نفسها وعلى هذا الأساس تم قياس جهود الاختزال القياسية لأقطاب جميع العناصر حيث تم ترتيبها في جدول جهود الاختزال القياسية ، لذا تعطى جهود الاختزال في السؤال [وعلى الطالب أو الطالبة أن تختار الجهد الأعلى ليكون اختزالا وجهد الأوطأ ونقلب إشارته ليكون جهد أكسدة] .

ولتوضيح عملية الجهود القياسية للأقطاب باستخدام قطب H_2 نأخذ على سبيل المثال خلية مكونة من قطب الخارصين كأنود وقطب الهيدروجين ككاثود والموضح في الشكل جانبا وعند قياس جهد الخلية القياسي



$E_{cell} = E_{anode} + E_{cathode}$

وجد إن قيمة E_{cell} تساوي $\boxed{+\ 0.763}$

وبما أن جهد H_2 = صفر

$E_{cell} = E_{anode} + E_{cathode}$

$0.763 = \boxed{E_{anode}} + \boxed{0.0_{cathode}}$

$E_{anode} = +0.763 \quad V$

لذا فان جهد الاختزال القياسي له $E = -\ 0.763$

الجدول 2-4 جهود الاختزال القياسية للعناصر معبراً عنها بوحدة الفولت (V) مقاسا عند درجة حرارة $^{\circ}C$ وتراكيز 1 M .

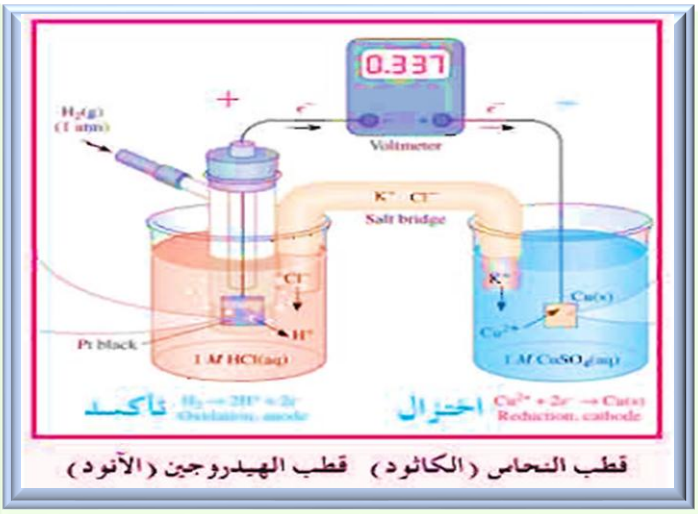
$F_{2(g)} + 2e^- \longrightarrow 2F^-_{(aq)}$	+2.87
$H_2O_{2(aq)} + 2H^+_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow 2H_2O$	+1.77
$Au^{3+}_{(aq)} + 3e^- \longrightarrow Au_{(s)}$	+1.50
$Cl_{2(g)} + 2e^- \longrightarrow 2Cl^-_{(aq)}$	+ 1.36
$O_{2(g)} + 4H^+_{(aq)} + 4e^- \longrightarrow 2H_2O$	+ 1.23
$Br_{2(l)} + 2e^- \longrightarrow 2Br^-_{(aq)}$	+ 1.07
$2Hg^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Hg^{2+}_{2(aq)}$	+ 0.92
$Hg^{2+}_{2(aq)} + 2e^- \longrightarrow 2Hg_{(l)}$	+ 0.85
$Ag^+_{(aq)} + e^- \longrightarrow Ag_{(s)}$	+ 0.80
$Fe^{3+}_{(aq)} + e^- \longrightarrow Fe^{2+}_{(aq)}$	+ 0.77
$I_{2(s)} + 2e^- \longrightarrow 2I^-_{(aq)}$	+0.53
$O_{2(g)} + 2H_2O + 4e^- \longrightarrow 4OH^-_{(aq)}$	+ 0.40
$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu_{(s)}$	+ 0.34
$Sn^{4+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Sn^{2+}_{(aq)}$	+ 0.13
$2H^+_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow H_{2(g)}$	0.00
$Pb^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Pb_{(s)}$	− 0.13
$Sn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Sn_{(s)}$	− 0.14
$Ni^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Ni_{(s)}$	− 0.25
$Co^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Co_{(s)}$	− 0.28
$Cd^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cd_{(s)}$	− 0.40
$Fe^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Fe_{(s)}$	− 0.44
$Cr^{3+}_{(aq)} + 3e^- \longrightarrow Cr_{(s)}$	− 0.74
$Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Zn_{(s)}$	− 0.76
$2H_2O + 2e^- \longrightarrow H_{2(g)} + 2OH^-_{(aq)}$	− 0.83
$Mn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Mn_{(s)}$	− 1.18
$Al^{3+}_{(aq)} + 3e^- \longrightarrow Al_{(s)}$	− 1.66
$Be^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Be_{(s)}$	− 1.85
$Mg^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Mg_{(s)}$	− 2.37
$Na^+_{(aq)} + e^- \longrightarrow Na_{(s)}$	− 2.71
$Ca^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Ca_{(s)}$	− 2.87
$Ba^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Ba_{(s)}$	− 2.90
$K^+_{(aq)} + e^- \longrightarrow K_{(s)}$	− 2.93
$Li^+_{(aq)} + e^- \longrightarrow Li_{(s)}$	− 3.05

تزداد القوة كعامل مؤكسد ↑

تزداد القوة كعامل مختزل ↓

تمرين (4 –12) للخلية الموضحة في الشكل أدناه المكونة من قطب H_2 كأنود وقطب النحاس ككاثود ، احسب الجهد القياسي لقطب النحاس إذا علمت أن جهد الخلية الذي تمت قراءته في مقياس الجهد يساوي $+0.337$ V

الحل



نكتب العلاقة المهمة التي تعبر عن جهد الخلية

$$E_{cell} = E_{anode} + E_{cathode}$$

$$+0.337 = 0.0 + E_{cathode} \ ?$$

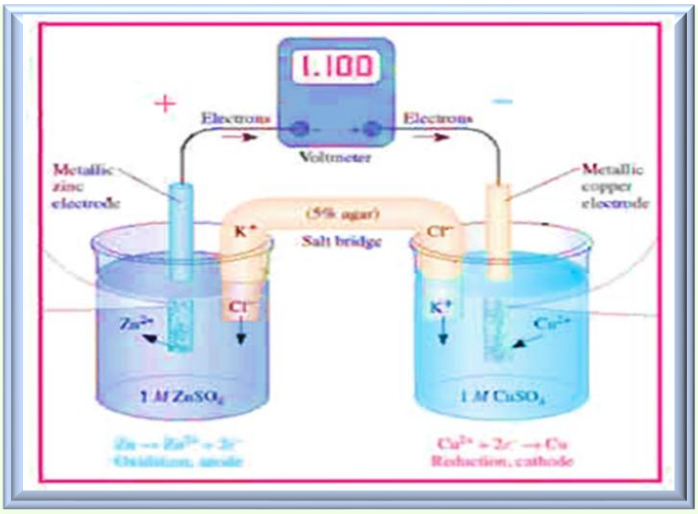
$$E_{cathode} = +0.337 \ \ V$$

أي ان جهد الخلية القياسي يمثل جهد قطب النحاس لان القطب الاخر المربوط معه هو (SHE) .

مثال (4 –9) اكتب تفاعلات نصفي خلية دانيال الموضحة في الشكل المجاور وتفاعلها العام واحسب جهد الخلية القياسي إذا علمت أن جهود الاختزال القياسية

اقل جهد $E_{Zn^{+2}/Zn} = -0.76$ V و اعلى جهد $E_{Cu^{+2}/Cu} = +0.34$ V

الحل



ملاحظة :- نستخدم الرمز $E_{Cu^{+2}/Cu}$ لبيان أن الجهد القياسي هو جهد الاختزال

فعند النظر إلى قيم الاختزال القياسية يجب أن نختار قطب النحاس ككاثود لأنه يمتلك اعلى جهد اختزال قياسي وقطب الخارصين انودا لأنه يمتلك اقل جهد اختزال قياسي

$$Zn_{(s)} \longrightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + 2e \qquad E_{anode} = +0.76 \ \ V$$

$$Cu^{+2}_{(aq)} + 2e \longrightarrow Cu \qquad E_{cathode} = 0.34 \ \ V$$

لاحظ هنا تم عكس إشارة جهد اختزال Zn إلى جهد أكسدة لأننا استعملناه كأنود ، ثم نحصل على التفاعل العام للخلية من حاصل جمع تفاعلات نصفي الخلية إذا كان عدد الالكترونات المفقودة تساوي عدد الالكترونات المكتسبة

التفاعل العام

$$Zn_{(s)} + Cu^{+2}_{(aq)} \longrightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + Cu_{(s)}$$

$$E_{cell} = E_{anode} + E_{cathode}$$

$$E_{cell} = 0.76 + 0.34$$

$$E_{cell} = 1.10 \ \ V$$

رحلة التفوق في السادس @

تمرين (4 –13) ما جهد الخلية القياسي للخلية تم عملها من قطب الكادميوم (cd) المغمور في محلول 1 M من نترات الكادميوم وقطب الكروم Cr المغمور في 1 M من نترات الكروم إذا علمت إن جهود الاختزال القياسية

$E_{Cr^{+3}/Cr} = -0.74\ V$ صغير $E_{cd^{+2}/cd} = -0.40\ V$ كبير

الحل

$3Cr^0 \longrightarrow 3Cr^{+2} + 6e^- \quad E^0 = +0.74$ الانود

$2cd^{+3} + 6e^- \longrightarrow 2cd^0 \quad E^0 = -0.40$ الكاثود

1- عند النظر إلى جهود الاختزال نلاحظ الاختزال الأعلى هو للكادميوم ذلك ننتخبه كاثودا إما الأوطأ هو الكروم ننتخبه أنودا

2- جهود الاختزال نلاحظ فيها اختلاف عدد تأكسد حيث إن (cd^{+2}) و (Cr^{+3}) وعند إجراء تفاعلات نصف الخلية تساوي عدد الالكترونات المفقودة والمكتسبة كما حدث أعلاه

$3Cr + 2cd^{+3} \longrightarrow 3Cr^{+2} + 2cd^0$

$E^0_{cell} = +0.74 - 0.40$

$E^0_{cell} = +0.34\ V$

تمرين (4 –14) هل يمكن حدوث كل من التفاعلات التأكسد والاختزال الممثلة بالمعادلات التالية تحت الظروف القياسية بشكل تلقائي إذا علمت أن جهود الاختزال القياسية :- $E^0_{Fe^{+2}/Fe} = -0.44\ V$ و $E^0_{Ni^{+2}/Ni} = -0.25\ V$ و $E^0_{Co^{+2}/Co} = -0.28\ V$ و $E^0_{Au^{+3}/Au} = +1.50\ V$

1- $Ni + Co^{+2} \longrightarrow Ni^{+2} + Co$

2- $3Fe + 2Au^{+3} \longrightarrow 3Fe^{+2} + 2Au$

الحل

ملاحظة / نعتمد على المعادلة العامة للتفاعل بدون اللجوء الى جهود الاختزال عندما ترد هل في السؤال أي هنا في هذا التمرين يكون جهد النيكل أكسدة من خلال التفاعل العام لها والكوبلت اختزال

$Ni^0 \longrightarrow Ni^{+2} + 2e^- \quad E^0_{anode} = +0.25$

$Co^{+2} + 2e^- \longrightarrow Co^0 \quad E^0_{Cathode} = -0.28$

1- $Ni + Co^{+2} \longrightarrow Ni^{+2} + Co \quad E^0_{Cell} = -0.03$ غير تلقائي

بما أن جهد الخلية سالب لذا فالتفاعل لا يحدث بصورة تلقائية

$3Fe^0 \longrightarrow 3Fe^{+2} + 6e^- \quad E^0_{anode} = +0.44$

$2Au^{+3} + 6e^- \longrightarrow Au^0 \quad E^0_{Cathode} = +1.50$

2- $3Fe + 2Au^{+3} \longrightarrow 3Fe^{+2} + 2Au \quad E^0_{Cell} = +1.94\ V$ تلقائي

بما أن جهد الخلية بالموجب لذا فالتفاعل يحدث بصورة تلقائية

التعبير عن الخلايا الكلفانية كتابةً

أنواع الأقطاب Types of Electrode

أولا :- قطب الفلز / ايون الفلز

وللتعبير عنه كتابيا :-

رمز الفلز | أيون الفلز (1 M) || أيون الفلز (1 M) | رمز الفلز

كاثود — جسر ملحي — أنود

ملاحظات :

1- نضع على جانب اليسار قطب أنود الذي يعاني أكسدة ويمثل بداية اليسار رمز الفلز بطور صلب ثم يوضع خط عمودي فاصل وبعدة يوضع رمز ايون الفلز بطور(aq)وبتركيز واحد مولاري

2 – توضع خطين عمودين || تمثل الحد الفاصل بين قطب الانود و الكاثود وهو عبارة عن جسر ملحي لعبور الايونات بين قطبي الخلية

3 – نضع قطب الكاثود الذي يعاني اختزال حيث نضع بالقرب من الجسر الملحي ايون المادة التي تعاني اختزالا وبتركيز واحد مولاري ثم خط فاصل بعدهما يوضع رمز العنصر الذي يعاني اختزالا وبطور الصلب

أنواع الأقطاب Types of Electrode

ثانيا :- القطب الغازي

وللتعبير عنه كتابيا :-

Pt | جزيئة الغاز 1 atm | أيون الغاز (1 M) || أيون الغاز (1 M) | جزيئة الغاز 1 atm | Pt

كاثود اختزالاً — جسر ملحي — انود اكسدة

ملاحظات :

1. يضخ غاز خلال أنبوبة زجاجية بضغط معين داخل محلول يحتوي على ايونات ذلك الغاز ولكون الغاز غير موصل يستخدم سلك من البلاتين يعمل كسطح موصل للكهرباء

2. يوضع دائما على اليسار جزيئة الغاز بضغط 1 atm وايونه بتركيز واحد مولاري للغاز الذي يعاني أكسدة ويمثل قطب أنود

3. يوضع دائما على اليمين جزيئة الغاز بضغط 1 atm وايونه بتركيز واحد مولاري للغاز الذي يعاني اختزالا ليمثل قطب الكاثود

Types of Electrode أنواع الأقطاب

ثالثا :- اقطاب التأكسد والاختزال

أو ما يعرف بالأقطاب المتعددة التكافؤ وللتعبير عنه كتابيا :-

Pt | ايون الفلز ذات التكافؤ الأقل (1 M) و ايون الفلز ذات التكافؤ الأكبر (1 M) ‖ ايون الفلز ذات التكافؤ الأكبر (1 M) و ايون الفلز ذات التكافؤ الأقل (1 M) | Pt

1 atm — 1 atm — 1 atm — 1 atm

انود — جسر ملحي — كاثود

ملاحظات :

1. تتكون من غمر سلك من البلاتين أو عمود من الكرافيت في محلول يحتوي على ايونات عنصر له حالتي تأكسد مختلفين
2. يوضع العنصر الذي يعاني أكسدة على اليسار بحيث يكون التكافؤ الأقل في بداية ثم التكافؤ الأكبر بحيث يكون التكافؤ الأكبر قريب من الجسر الملحي
3. ثم يوضع العنصر الذي يعاني اختزال على يمين بحيث يكون التكافؤ الأكبر دائما على الجسر الملحي ثم التكافؤ الأقل دائما على الطرف قرب سلك البلاتين

ملاحظات حول التعبير عن الخلايا الكلفانية كتابةً

ملاحظات حول جهد الخلايا والتعبير عنها كتابيا :

1. لو ظهر جهد الخلية (E_{cell}) كمية سالبة يعني الحل خطأ وسبب الخطأ هو في اختيار جهود الأقطاب أو يمكن القول بان هذا التفاعل لا يحدث بصورة تلقائية .
2. ولكي يكون الحل صحيحا يجب إن يكون التفاعل العام موزون كهربائيا وان يظهر جهد الخلية كمية موجبة .
3. يمكن إن يكون قطبي الخلية احدهما فلزي من النوع الأول وأخر فلزي متعدد التكافؤ من النوع الثالث ا وان يكون غازي من النوع الثاني .
4. أن جهد قطب الهيدروجين H_2 = صفر كما ذكر سابقا

سؤال خارجي : خلية كهر وكيميائية قياسية أقطابها من الذهب والحديد جد :-

١. عبر عنها كتابيا ٢. اكتب تفاعلها العام ٣. احسب E^0_{cell} لها علما أن جهود الاختزال القياسية

$E^0_{Au^{+3}/Au} = +1.5\ V$ و $E^0_{Fe^{+3}/\ Fe^{+2}} = +0.77\ V$

الفرع الأول (فلزي) لأنه تحول من ايون الى فلز — الفرع الثالث (متعدد) لأنه تحول من ايون اكبر تكافؤ الى اقل تكافؤ

حل السؤال الخارجي

1. نلاحظ أن هذه الخلية تتكون من قطبين من النوع الأول وهو الذهب والأخر (الفلزي) من النوع الثالث (فلزي متعدد التكافؤ) وهو الحديد

2. الجهد الأكبر هو للذهب لذلك يوضع كقطب كاثود يعاني اختزالا إما الجهد الأقل هو الحديد لذلك يوضع كقطب أنود يعاني أكسدة

$$Pt \,|\, Fe^{+2}\,(1M) \text{ و } Fe^{+3}\,(1M) \,||\, Au^{+3}\,(1M) \,|\, Au$$

زيادة

أنود (أكسدة) — كاثود (اختزال)

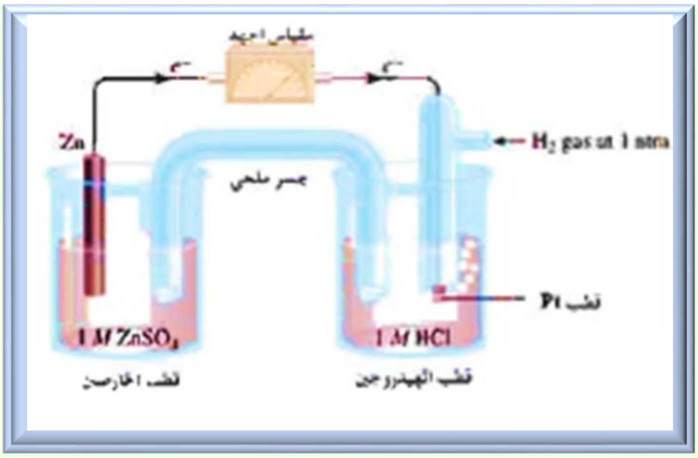
$$3Fe^{+2} \longrightarrow 3Fe^{+3} + 3e^- \qquad E^0_{anode} = -0.77$$

$$Au^{+3} + 3e^- \longrightarrow Au \qquad E^0_{cathode} = +1.50$$

$$3Fe^{+2} + Au^{+3} \longrightarrow 3Fe^{+3} + Au \qquad E^0_{cell} = +0.73$$

مثال (4 –10) عبر عن الخلية الموضح شكلها في الرسم المجاور كتابتا ثم اكتب تفاعلات نصفي الخلية وتفاعلها العام

الحل



$$Zn_{(S)} \longrightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + 2e^-$$

تفاعل التأكسد عند الانود

$$2H^+_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow H_{2(g)}$$

تفاعل الاختزال عند الكاثود

والتفاعل العام للخلية الناتج من حاصل جمع تفاعلي نصفي الخلية يكون كالاتي

$$Zn_{(S)} + 2H^+_{(aq)} \longrightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + H_{(g)}$$

ويعبر عن هذه الخلية كتابتا على الصورة التالية

$$Zn \,|\, Zn^{+2}\,(1M) \,||\, H^+\,(1M) \,|\, H_2\,(1atm) \,|\, Pt$$

انود — القياسية — كاثود

تمرين (4 –15) التفاعل العام لخلية كلفانية هو الاتي $Cl_{2(g)} + 2Ag_{(S)} \longrightarrow 2Cl^-_{(aq)} + 2Ag^+_{(aq)}$ عبر عن الخلية كتابيا عند الظروف القياسية ثم بين تفاعلي التأكسد والاختزال

الحل

$$Ag \,|\, Ag^+\,(1M) \,||\, Cl^-\,(1M) \,|\, Cl_2\,(1atm) \,|\, Pt$$

انود — كاثود

نصف تفاعل اختزال $Cl_{2(g)} + 2e^- \longrightarrow 2Cl^-_{(aq)}$

نصف تفاعل تأكسد $2Ag_{(S)} \longrightarrow 2Ag^+_{(aq)} + 2e^-$

العلاقة بين جهد الخلية E_{Cell} وطاقة كبس الحرة القياسية $\triangle G^0$ وثابت الاتزان K_{eq}

ان الخلايا الكلفانية تحول الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربائية لا نجاز شغل

الطاقة الكهربائية (J) = جهد الخلية (V) X الشحنة الكلية (C)

$$1J = 1V * 1C$$

حيث ان الشحنة الكهربائية(C) المارة في الخلية = عدد المولات الالكترونات (n) * الشحنة الكلية لمول واحد من الالكترونات تسمى (بالفارادي)

$$C = n * F$$

شحنة الكهربائية ← C ، F → فارادي

هذا مسلسل الاشتقاق

الفارادي (F) = شحنة (e^-) × عدد افوكادرو (N_A) وقيمة عدد افوكادرو

شحنة الالكترون = 1.6×10^{-19} C

$N_A = 6.023\times10^{23}\ mol^{-1}$

$$F = 6.023\times10^{23}\ mol^{-1} \times 1.6\times10^{-19}\ C = 96478\ C/mol\ .\ e^-$$

وتقرب هذه القيمة الى 96500 C/mol في الحسابات الكيميائية لسهولة الحسابات لذا فالطاقة تساوي

بوحدة J = الشحنة الكلية (nF) X جهد الخلية (E_{Cell}) ان الطاقة الكهربائية الناتجة من الخلايا الكلفانية

(nFE_{Cell}) تساوي عكس اشارة طاقة كبس الحرة($\triangle G$) طاقة كبس وعليه

عند ظروف غير قياسية اي ان تركيز لا يساوي 1M

$$\triangle G = -nFE_{Cell}$$

هنا الحلقة الأخيرة من المسلسل

اما الطاقة القياسية فهي محسوبة بالظروف القياسية اي عند تركيز 1M=

(0) تعني ظروف قياسية

$$\triangle G^0 = -nF\ E^0_{Cell} \cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

نحن نعرف سابقا العلاقة بين طاقة كبس الحرة القياسية وثابت الاتزان في فصل الاتزان الكيميائي

في فصل الاتزان الكيميائي

$$\triangle G^0 = -RT\ \ell n\ K_{eq} \cdots\cdots\cdots\cdots (2)$$

وبالتعويض عن قيمة ΔG^0 من المعادلة (2) في المعادلة رقم (1) نحصل على:-

$$-nF \quad E^0_{Cell} = -RT \quad \ell n \; K_{eq}$$

وبإعادة ترتيب المعادلة نجد ان :-

$$E^0_{Cell} = \frac{RT}{nF} \quad \ell n \; K_{eq}$$

ويمكن تبسيط المعادلة بالتعويض عن قيمة درجة الحرارة:- كلفن K 298 =25+273

وقيمة R=8.314 J/K.mole و F=96500 C/mole

وبتبسيط العلاقة نحصل على :-

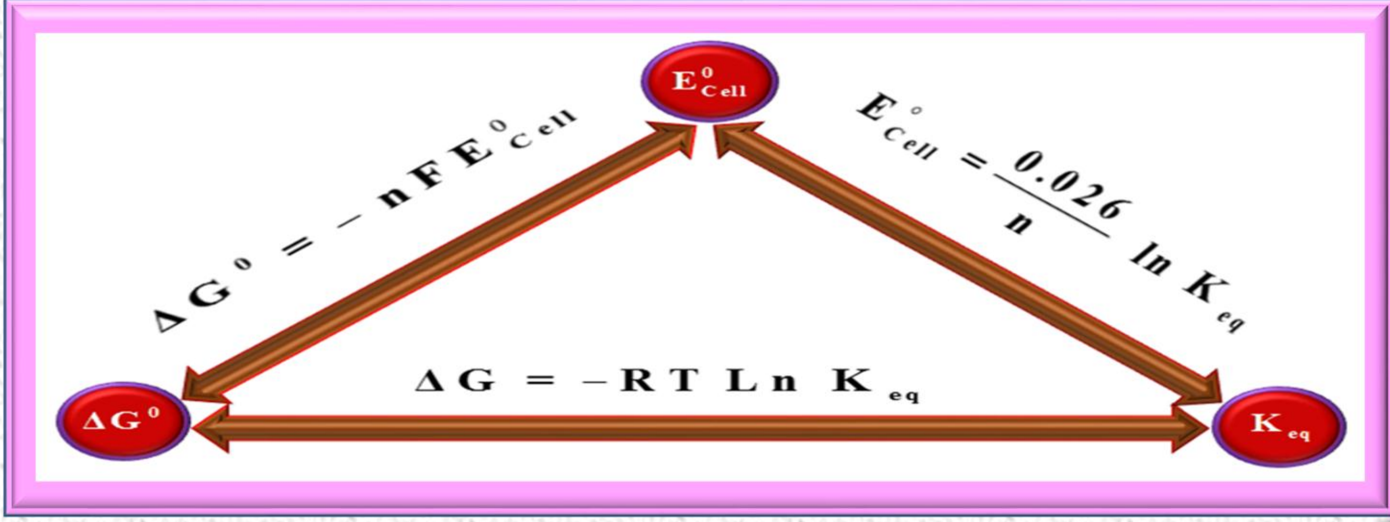
$$E^0_{Cell} = \frac{8.314 * 298}{n * 96500}$$

حيث ان n :- هي عدد المولات من الالكترونات التي تشترك في تفاعل التأكسد والاختزال والتي يتم حذفها عند جمع تفاعلي نصفي الخلية لا يجاد التفاعل العام

$$E^0_{Cell} = \frac{0.026}{n}$$

العلاقة بين الطاقة الحرة القياسية ΔG^0 وجهد الخلية القياسي E^0_{Cell} وثابت الاتزان K_{eq}

ΔG^0	K_{eq}	E^0_{Cell}	التفاعل تحت الظروف القياسية
(−) سالبة	$K_{eq} > 1$	(+) موجبة	يفضل تكوين نتائج
صفر	$K_{eq} = 1$	صفر	النواتج = المتفاعلات
(+)موجبة	$K_{eq} < 1$	(−) سالبة	يفضل تكوين المتفاعلات



مثال (4 –11)

خلية كلفانية قياسية تفاعلها العام كالاتي :

$$2Ag^{+}_{(aq)} + Pb_{(S)} \longrightarrow 2Ag_{(S)} + Pb^{+2}_{(aq)}$$

احسب قيمة ΔG وثابت الاتزان K_{eq} عند درجة حرارة 25 C علما ان جهود الاختزال القياسية

$E_{Ag^{+}/Ag} = +0.80\ V$ و $E_{Pb^{+2}/Pb} = -0.13\ V$

الحل

نكتب تفاعلات نصفي الخلية عند الانود (تأكسد) والكاثود (الاختزال)

$$Pb_{(S)} \longrightarrow Pb^{+2}_{(aq)} + 2e^{-} \qquad E_{Pb^{+2}/Pb} = +0.13\ V$$

$$2Ag^{+}_{(aq)} + 2e^{-} \longrightarrow 2Ag_{(S)} \qquad E_{Ag^{+}/Ag} = +0.80\ V$$

بالجمع نحصل على التفاعل العام للخلية

$$2Ag^{+}_{(aq)} + Pb_{(S)} \longrightarrow 2Ag_{(S)} + Pb^{+2}_{(aq)}$$

ويمكن حساب جهد الخلية القياسي E_{cell}

$$E_{cell} = E_{anode} + E_{cathode}$$

$$E_{cell} = +0.13 + 0.80$$

$$E_{cell} = +0.93\ V$$

نحسب قيمة ΔG من خلال علاقتها مع جهد الخلية القياسي E_{cell}

$$\Delta G = -nFE_{Cell} = -2 \times 96500\ (C/mol) \times 0.93\ V$$

$$\Delta G = -181420\ j/mol$$

ولحساب ثابت الاتزان K_{eq} نستخدم العلاقة الاتية :

$$E_{Cell} = \frac{RT}{nF}\ \ell n\ K_{eq}$$

معلومة في السؤال $Ln\ 1.17 \times 10^{31} = 71.5$:

ولكون التفاعل يحدث عند درجة حرارة 25 C (298 K) وقيمة n=2 لان عدد الالكترونات المحذوفة من طرفي تفاعلات نصفي الخلية تساوي 2 تكون العلاقة كالاتي :

$$+0.93 = \frac{0.026\ V}{2}\ \ell n\ K_{eq} \Rightarrow \ell n\ K_{eq} = \frac{0.930}{0.013}$$

$$\ell n\ K_{eq} = 71.5$$

$$K_{eq} = \ell n^{-1} 71.5$$

$$K_{eq} = 1.17 \times 10^{31}$$

تمرين (4 -17) احسب التغير في طاقة كبس الحرة القياسية لتفاعل الخلية لتفاعل خلية القياسي الاتي :- عند درجة حرارة $25\ C^0$ $3Hg_{2(aq)}^{+2} + 2Cr_{(S)} \longrightarrow 6Hg_{(\ell)} + 2Cr_{(aq)}^{+3}$ اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية

$E^0_{Cr^{+3}/Cr} = +0.74\ V$ اوطأ جهد ننتخبه انود (اكسدة) $E^0_{Hg_2^{+2}/Hg} = +0.85\ V$ اعلى جهد ننتخبه كاثود (تأكسد)

الحل

ملاحظة :- نكتب تفاعلات نصف الخلية عند الانود (تأكسد) و الكاثود (اختزال)

$$2Cr_{(S)} \longrightarrow 2Cr_{(aq)}^{+3} + 6e \qquad E^0_{anode} = +0.74\ V$$

$$3Hg_{2(aq)}^{+2} + 6e \longrightarrow 6Hg_{(\ell)} \qquad E^0_{cathode} = +0.85\ V$$

$$2Cr_{(S)} + 3Hg_{2(aq)}^{+2} \longrightarrow 2Cr_{(aq)}^{+3} + 6Hg_{(\ell)} \qquad E^0_{Cell} = \boxed{1.59}\ V$$

$$\Delta G^0 = -nF\ \ E^0_{Cell}$$

$$\Delta G^0 = -6 \times 96500 \times 1.59$$

$$\Delta G^0 = -920610\ \ J/mol$$

تمرين (4 -18) التفاعل الخلية القياسي عند درجة حرارة $25\ C^0$ اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية

$2Fe_{(aq)}^{+3} + 2I_{(aq)}^{-} \longrightarrow 2Fe_{(aq)}^{+2} + I_{2(S)}$ $E_{I_2/I^-} = +0.53\ V$ $E_{Fe^{+3}/Fe^{+2}} = +0.77\ V$ احسب

(ا) جهد الخلية القياسي (ب) طاقة كبس الحرة القياسية (ج) ثابت الاتزان

الحل

(أ)

$$2I^- \longrightarrow I_2 + 2e \qquad E^0_{anode} = -0.53\ V$$

$$2Fe^{+3} + 2e \longrightarrow 2Fe^{+2} \qquad E^0_{cathode} = 0.77\ V$$

$$E^0_{Cell} = -0.53 + 0.77 \qquad \boxed{E^0_{Cell} = +0.24\ V}$$

(ب)

$$\Delta G^0 = -nF\ \ E^0$$

$$\Delta G^0 = -2 \times 96500 \times 0.24$$

$$\Delta G^0 = -46320\ \ J/mol$$

رحلة التفوق في السادس @

(ج) ثابت الاتزان

$$E^0_{Cell} = \frac{RT}{nF}\ell n\ K_{(eq)}$$

$$0.24 = \frac{0.026}{2}\ell n\ K_{(eq)}$$

$$\ell n\ K_{(eq)} = \frac{0.48}{0.026}$$

$$\ell n\ K_{(eq)} = 18.5$$

$$K_{(eq)} = \ell n^{-1} 18.5$$

$$K_{(eq)} = 1\times 10^{8}$$

معلومة في السؤال

$$\ell n\ 1\times 10^{+8} = 18.5$$

$$1\times 10^{+8} = \ell n^{-1} 18.5$$

اعتماد جهد الخلية على التركيز (معادلة نيرنست)

ان تفاعلات التأكسد والاختزال التي تكون فيها المواد المتفاعلة والناتجة للأقطاب في حالتها القياسية وان تركيزها المولاري يساوي الواحد الصحيح (1M)ولكننا نحتاج في كثير من الاحيان الى التعامل مع تراكيز تختلف عن (1M) لذا من الضروري ايجاد علاقة ترتبط بين جهد الخلية E^0_{Cell} القياسي مع جهد الخلية الغير قياسي E_{Cell} ولأجل اشتقاقها نتبع ما يلي لقد تعرفنا في الاتزان الكيميائي على علاقة تربط الطاقة الحرة القياسية ΔG^0 مع الغير قياسية ΔG وهي :

$$\Delta G = \Delta G^0 + RT\ell n\ Q \cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

ومن علاقة بين الطاقة الحرة القياسية وغير القياسية مع جهد الخلية

القياسية: $\Delta G^0 = -\ nF\ \ E^0_{Cell}$ جهد الخلية القياسي $\cdots\cdots\cdots\cdots (2)$

الغير القياسية: $\Delta G\ = -\ nF\ \ E_{Cell}$ جهد الخلية الغير القياسي $\cdots\cdots\cdots\cdots (3)$

وبالتعويض عن قيم ΔG^0 و ΔG من المعادلة (2) و (3) في المعادلة (1) نحصل على :-

$$-\ nF\ E_{Cell} = -\ nF\ E^0_{Cell} + RT\ell n\ Q \cdots\cdots\cdots\cdots (4)$$

وبقسمة المعادلة (4) على (−nF) نحصل على معادلة نيرنست

$$E_{Cell} = E^0_{Cell} - \frac{RT}{nF}\ell n\ Q$$

معادلة نيرنست تربط جهد الخلية القياسي مع جهد الخلية الغير قياسي

$$E_{Cell} = E^0_{Cell} - \frac{0.026}{n} \ell n\ Q$$

لان $\frac{RT}{F} = 0.026\ \ V$

ملاحظات

1- يحسب جهد الخلية القياسي E^0_{Cell} من جهود الاختزال ولأكسدة القياسية للاقطابها

2- ان جهد الخلية القياسي محسوب بالظروف القياسي وهي ان يكون تركيز كلا قطبيهما يساوي واحد مولاري

3- نستخدم معادلة نيرنست فقط عندما يكون تفاعل الخلية عند درجة حرارة $25\ C^0$ اي $298\ K^0$

4- المقصود Q وهي حاصل الايونات الناتجة على المتفاعلة

الايونات فقط (aq) ولا يدخل فيها الطور الصلب او السائل او الغازي $Q = \frac{[\text{الايونات الناتجة}]}{[\text{الايونات المتفاعلة}]}$

5- عندما تكون تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة بحالتها القياسية اي (1M) واحد مولاري تصبح Q مساوية الى الواحد الصحيح وقيمة صفرا = $\ell n\ 1$ فتصبح $E_{Cell} = E^0_{Cell}$



اعداد وترتيب الأستاذ حيدر يحيى علوان

مثال (4 – 12) احسب جهد الخلية E_{Cell} عند درجة حرارة 25 C للخلية التي تفاعلها العام

$2Ag^{+}_{(aq)} + Cu_{(S)} \longrightarrow 2Ag_{(S)} + Cu^{+2}_{(aq)}$ اذا علمت ان تراكيز الايونات $[Cu^{+2}] = 0.01\ M$

$[Ag^{+}] = 0.01\ M$ وجهود الاختزال القياسية $E^0_{Cu^{+2}/Cu} = +0.34\ V$ $E^0_{Ag^{+}/Ag} = +0.80\ V$

الحل

- بما ان جهد الخلية E_{Cell} لا توجد علامة E^0 التي تعني قياسية اذا جهد هذه الخلية غير قياسي وهو واضح من خلال تراكيز الايونات لا تساوي واحد مولاري

زيادة في العدد التأكسدي (اكسدة)

$$Cu^0 \longrightarrow Cu^{+2} + 2e \qquad E^0_{anode} = -0.34\ V$$

نقصان في العدد التأكسدي (اختزال)

$$2Ag^{+} + 2e \longrightarrow 2Ag^0 \qquad E^0_{cathode} = 0.80\ V$$

- دائما نحسب جهد الخلية القياسي من جهود الاكسدة والاختزال والتي هي دائما تعتبر قياسية من خلال صيغة السؤال والتي يعطى فيها جهود الاختزال القياسية

$$2Ag^{+}_{(aq)} + Cu_{(S)} \longrightarrow 2Ag_{(S)} + Cu^{+2}_{(aq)}$$

$$E^0_{Cell} = -0.34 + 0.80 \qquad \boxed{E^0_{Cell} = 0.46\ V}$$

- بعد ما نحسب جهد الخلية القياسي من جهود الاختزال والاكسدة نحسب جهد الخلية الغير قياسي باستخدام معادلة نيرنست

وباستخدام معادلة نيرنست نحسب E_{Cell}

فقط الايونات

قياسية

غير قياسية

$$E_{Cell} = E^0_{Cell} - \frac{0.026\ V}{n} \ell n \frac{[Cu^{+2}]}{[Ag^{+}]^2}$$

$$E_{Cell} = 0.46 - \frac{0.026}{2} \ell n \frac{[0.01]}{[0.01]^2}$$

$$E_{Cell} = 0.46 - 0.013 \ell n \frac{0.01}{0.0001}$$

$$E_{Cell} = 0.46 - 0.013\ \ell n\ 100$$

علما ان : $\ell n\ 100 = 4.6$

$$\boxed{E_{Cell} = 0.46 - 0.013 \times 4.6}$$

الاولوية للضرب دائما

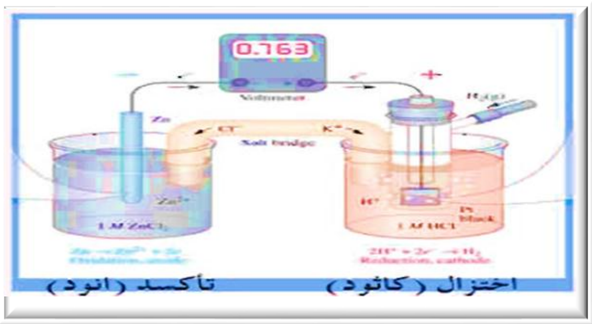
$$E_{Cell} = 0.46 - 0.06$$

$$E_{Cell} = 0.4\ V$$

- من التفاعل العام وكذلك من جهود الاختزال نختار من هو اكسدة ونضعه في الانود وكذلك الاختزال ونضعه في الكاثود

تمرين (4 –19) باستخدام الخلية الكلفانية الموضحة في الشكل المجاور في تجربة وجد ان E_{Cell} الغير قياسية تساوي 0.73 V عند 25 C افترض ان $[Zn^{+2}] = 0.1$ وضغط غاز الهيدروجين 1atm احسب التركيز المولاري لأيون $[H^+]$ اذا علمت $E^0_{Zn^{+2}/Zn} = -0.76\ V$

الحل



معلومة مهمة جدا حفظ

∵ جهد اختزال الخارصين بالسالب

∴ جهد اختزال H_2 = صفر اعلى من جهد $Zn = -0.76$

لذلك ننتخب الهيدروجين H_2 كاثودا يعاني اختزال

وننتخب الخارصين Zn انودا يعاني اكسدة

$$Zn^0 \longrightarrow Zn^{+2} + 2e^- \qquad E^0_{anode} = +0.76\ V$$

$$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2 \qquad E^0_{cathode} = 0.0\ V$$

$$Zn_{(S)} + 2H^+_{(aq)} \longrightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + H_{2(g)} \qquad E^0_{Cell} = +0.76\ V$$

- $E = 0.73\ V$ الغير قياسية معلومة في السؤال
- E^0 نستخرجها من جهد (الاكسدة + جهد الاختزال القياسية)
- اذن نستخدم معادلة نيرنست لاستخراج $[H^+]$

$$E_{Cell} = E^0_{Cell} - \frac{0.026}{2} \ell n \frac{[Zn^{+2}]}{[H^+]^2}$$

$$0.73 = 0.76 - 0.013\ \ell n \frac{0.1}{[H^+]^2}$$

$$0.73 - 0.76 = -0.013\ \ell n \frac{0.1}{[H^+]^2} \Rightarrow -0.03 = -0.013\ \ell n \frac{0.1}{[H^+]^2}$$

$$\frac{-0.030}{-0.013} = \ell n \frac{0.1}{[H^+]^2} \Rightarrow 2.3 = \ell n \frac{0.1}{[H^+]^2}$$

معلومة مهمة جدا

$\ell n\ 10 = 2.3$

$10 = \ell n^{-1} 2.3$

$$\ell n^{-1} 2.3 = \frac{0.1}{[H^+]^2} \Rightarrow 10 = \frac{0.1}{[H^+]^2} \Rightarrow [H^+]^2 = \frac{0.1}{10}$$

$$[H^+]^2 = \frac{1}{100} \Rightarrow [H^+]^2 = 0.01 \ \sqrt{}$$

$$[H^+] = 0.1\ M$$

تمرين (4 –20) احسب E^0_{Cell} E_{Cell} $\triangle G$ للخلية الاتية

$$Mg \mid \underset{(0.05)M}{Mg^{+2}} \parallel \underset{(0.04)M}{Sn^{+2}} \mid Sn$$

اذا علمت ان جهود الاختزال $E_{Mg^{+2}/Mg} = -2.37\ V$ $E_{Sn^{+2}/Sn} = -0.14\ V$

الحل

نجد اولا E^0_{Cell} من جهود الاختزال بحيث نتخب الاعلى جهد وهو 0.14 – ليكون جهد اختزال او من معرفة كتابة الخلية حيث ان على اليمين يمثل الكاثود والذي على اليسار يمثل انود اكسدة

زيادة

$$Mg^0 \longrightarrow Mg^{+2} + 2e \qquad E^0_{anode} = +2.37\ V$$

نقصان

$$Sn^{+2} + 2e \longrightarrow Sn^0 \qquad E^0_{cathode} = -0.14\ V$$

$$\underset{(S)}{Mg} + \underset{(aq)}{Sn^{+2}} \longrightarrow \underset{(aq)}{Mg^{+2}} + \underset{(S)}{Sn} \qquad E^0_{Cell} = 2.23\ V$$

ولإيجاد E_{Cell} الغير قياسية نطبق معادلة نيرنست

$$E_{Cell} = E^0_{Cell} - \frac{0.026}{2}\ \ell n \frac{[Mg^{+2}]}{[Sn^{+2}]}$$

الايونات الناتجة ($[Mg^{+2}]$)

الايونات المتفاعلة ($[Sn^{+2}]$)

$$E_{Cell} = 2.23 - \frac{0.026}{2}\ \ell n \frac{0.05}{0.04}$$

$$E_{Cell} = 2.23 - 0.013\ \ell n\ 1.25 \qquad (\ell n\ 1.25 = 0.223)$$

$$E_{Cell} = 2.23 - 0.013 \times 0.223$$

$$E_{Cell} = 2.230 - 0.003$$

$$E_{Cell} = 2.227\ V$$

$$\triangle G = -\ n\ E_{Cell}$$

$$\triangle G = -\ 2 \times 96500 \times 2.227$$

$$\triangle G = -\ 429811\ J/mol$$

ملاحظات بخصوص بعض التساؤلات في الخلايا الكلفانية

احيانا تأتي اسئلة تتضمن التساؤلات التالية

١- يعطى لنا تفاعل عام عن الخلية ويسأل هل التفاعل تلقائي ام غير تلقائي ، كما في تمرين (4 – 6)

٢- يعطى لنا قطب معين ويسال بإمكان لهذا القطب ان يذيب عنصر (يذيب يعني يؤكسد)

٣- او يعطي لنا قطب معين ويسال هل بإمكان لهذا القطب ان يرسب (يرسب يعني يختزل) عنصر معين

٤- او يسال هل بإمكان لهذا القطب ان يحرر غاز مثلا (Cl_2 او H_2) وللإجابة عن كل هذه الاسئلة -:

نعمل ما هو مطلوب حتى لوكان خطأ بحيث لو قال لنا هل بإمكان لعنصر الذهب ان يختزل (يرسب) ايونات النيكل عند الاجابة نجعل ايونات النيكل تعاني اختزالا (ترسيب) وقطب الذهب يعاني اكسدة ويحسب جهد الخلية القياسي فلو ظهر كمية سالبة فالإجابة عن هذا السؤال لا يمكن حصول التفاعل اما اذا ظهر جهد الخلية كمية موجبة فالتفاعل يحدث ، وعند الاذابة (اكسدة) نعمل ما هو مطلوب لو ظهر الجهد الخلية كمية سالبة لا يحدث اما لو ظهر كمية موجبة فان التفاعل يحدث وكذلك عند تحرير الغازات نحسب E^0_{Cell} فان ظهرت (سالبة) لا يتحرر الغاز اما اذا ظهر (موجب) فان الغاز يتحرر وبعض الاسئلة يراد حفظ محلول في احد الوعاءان للإجابة عن هذا التساؤل نجعل المحلول يعاني اختزالا وأحد الوعاءان نجعله يعاني اكسدة وبهما نحسب جهد الخلية E^0_{Cell} اذا كان موجب يعني يحصل تفاعل لا يمكن حفظ المحلول فيه اما اذا كان سالب لا يحصل تفاعل يمكن الحفظ ثم نأخذ نفس المحلول يعاني اختزالا مع الوعاء الاخر ليعاني اكسدة ونحسب جهد الخلية وكما مر سابقا

تمرين (4 –16) هل بإمكان HCl اذابة فلز الفضة الموجود في محلول يحتوي على ايون الفضة Ag^+ بتركيز 1M للخلية الأتية

$$Ag \mid \underset{1M}{Ag^+} \parallel \underset{1M}{H^+} \mid \underset{1atm}{H_2} \mid Pt$$

(معلومة:– يقصد بذوبان الفلز في المحلول هي حدوث التفاعل بشكل تلقائي) علما ان جهد الاختزال القياسي للفضة $E^0_{Ag^+/Ag} = +0.80\ V$

الحل

التفاعل المكتوب على اليسار هو تفاعل عند الانود (تأكسد)

والتفاعل المكتوب على اليمين هو تفاعل عند الكاثود (اختزال)

$$2Ag \longrightarrow 2Ag^+ + \cancel{2e} \qquad E^0_{anode} = -0.80\ V$$

$$2H^+ + \cancel{2e} \longrightarrow H_2 \qquad E^0_{cathode} = 0.00\ V$$

$$2\underset{(S)}{Ag} + 2\underset{(aq)}{H^+} \longrightarrow 2\underset{(aq)}{Ag^+} + \underset{(g)}{H_2} \qquad E^0_{Cell} = -0.80\ V$$

ان قيمة جهد الخلية سالبة فالتفاعل غير تلقائي اي لا يمكن اذابة فلز الفضة في مثل تلك الخلية

سؤال خارجي

هل بإمكان قطب قياسي للكلور ان يذيب (يؤكسد) الحديد ولماذا ؟ علما ان جهد الاختزال القياسي لـ $E^0_{Fe^{+2}/Fe} = -0.44 \ V \quad E^0_{Cl_2/Cl^-} = 1.36 \ V$

الحل

نجعل عنصر الحديد قطب انود يعاني اكسدة (اي اذابة كما طلب في السؤال) وبذلك يكون الكلور قطب كاثود يعاني اختزال لأنه عامل مؤكسد

$$Fe \longrightarrow Fe^{+2} + \cancel{2e} \qquad E^0_{anode} = +0.44 \ V$$

$$Cl_2^0 + \cancel{2e} \longrightarrow 2Cl^- \qquad E^0_{cathode} = +1.36 \ V$$

$$E^0_{Cell} = +0.44 \ V + 1.36 \quad \Rightarrow \quad E^0_{Cell} = 1.80$$

بما ان جهد الخلية موجب اذن يحصل تفاعل

نعم بإمكان قطب الكلور ان يذيب الحديد اي يؤكسده

سؤال خارجي

هل بإمكان قطب قياسي للخارصين ان يحرر غاز Cl_2 ولماذا ؟ علما ان جهد الاختزال القياسي لـ $E^0_{Zn^{+2}/Zn^0} = -0.76 \ V \quad E^0_{Cl^0/Cl^{-1}} = 1.36 \ V$

الحل

ملاحظة مهمة جدا

$$2H^+ + 2e \longrightarrow H_2^0 \uparrow$$

(نقصان – يحرر غاز)

لا جل ان نحرر غاز H_2 يمرر ضمن تفاعل اختزال

$$2Cl^- \longrightarrow Cl_2^0 + 2e$$

(زيادة)

لا جل ان نحرر غازي Cl_2, O_2 يمرر ضمن تفاعل اكسدة

$$2Cl^- \longrightarrow Cl_2 + \cancel{2e} \qquad E^0_{anode} = -1.36 \ V$$

$$Zn^{+2} + \cancel{2e} \longrightarrow Zn \qquad E^0_{cathode} = -0.76 \ V$$

ملاحظة : عند الإجابة عن **هل** امشي على كلاهما مو على جهود

$$E^0_{Cell} = -1.36 + (-0.76) \quad \Rightarrow \quad E^0_{Cell} = \boxed{-2.12}$$

بما ان جهد الخلية بالسالب اذن لا يحدث تفاعل اي ليس بإمكان لقطب Zn القياسي ان يحرر غاز Cl_2 لان قطب Zn جهد اختزاله أوطأ من جهد اختزال الكلور القياسي

سؤال (4 – 10) بين ايهما يحرر الهيدروجين الالمنيوم ام الذهب عند تفاعلهما مع الحوامض المخففة اذا علمت ان الجهود القياسية

$$E^0_{Au^{+3}/Au} = +1.50 \quad V \qquad E^0_{Al^{+3}/Al} = -1.66 \quad V$$

الحل لكي يتحرر غاز H_2 يجب ان يمرر كتفاعل اختزال اي عند الكاثود وعند النظر الى جهود الاختزال لكل من الالمنيوم والذهب يجب ان نأخذ اقل جهد اختزال لكي يصبح اكبر جهد اكسدة وبهذا يكون الالمنيوم هو المرشح

زيادة اكسدة

$$2Al^0 \longrightarrow 2Al^{+3} + 6e \qquad E^0_{anode} = +1.66 \ V$$

نقصان (اختزال)

$$6H^+ + 6e \longrightarrow 3H_2^0 \qquad E^0_{cathode} = 0.00 \ V$$

$$E^0_{Cell} = +1.66 \ V$$ وبهذا يكون جهد الخلية موجب

اذن الالمنيوم هو الذي يحرر غاز H_2 اما الذهب يكون جهدة الخلية بالسالب ويمكان ام نجرب الذهب ليكون جهد الخلية بالسلب

سؤال (4 – 11) هل يجري تفاعل الخلية التالية المعبر عنها ادناه تلقائيا ؟ علما ان جهد الاختزال القياسي لـ

$$E^0_{Br_2/Br^-} = +1.07 \quad V \qquad E^0_{Fe^{+3}/Fe^{+2}} = +0.77 \quad V$$

الحل

$$Pt \mid \underset{(1M)}{Fe^{+2}} , \underset{(1M)}{Fe^{+3}} \parallel \underset{(1M)}{Br^-} \mid \underset{1atm}{Br_2} \mid Pt$$

انود (اكسدة) — كاثود (اختزال)

$$2Fe^{+2} \longrightarrow 2Fe^{+3} + 2e \qquad E^0_{anode} = -0.77 \ V$$

$$Br_2 + 2e \longrightarrow 2Br^- \qquad E^0_{cathode} = +1.07 \ V$$

$$E^0_{Cell} = -0.77 + 1.07 \Rightarrow E^0_{Cell} = \boxed{+0.30} \ V$$

بما ان جهد الخلية بالموجب
اذن يجري تفاعل الخلية بشكل تلقائي

اعداد وترتيب الأستاذ : حيدر يحيى علوان

سؤال (4 – 14) هل يمكن حفظ محلول ملح الطعام في اناء من النحاس ؟ علما ان جهود الاختزال القياسية هي :- $E^0_{Cu^{+2}/Cu} = +0.34 \quad V$ $E^0_{Na^+/Na} = -2.70 \quad V$

الحل ◆ دائما عند طلب حفظ مادة في اناء من اي عنصر نجعل دائما ذلك الاناء اكسدة فاذا حصل التفاعل يكون جهد الخلية موجب فلا يمكن الحفظ والعكس يمكن الحفظ

◆ دائما نأخذ الجزء الموجب في المحلول وهنا في هذا السؤال هو الصوديوم يكون اختزالا

$Cu \longrightarrow Cu^{+2} + 2e^-$ $\qquad E^0_{anode} = -0.34 \quad V$

$2Na^+ + 2e^- \longrightarrow 2Na$ $\qquad E^0_{cathode} = -2.70 \quad V$

$E^0_{Cell} = -0.34 + (-2.70)$

$E^0_{Cell} = -3.04 \quad V$

وبما ان اشارة E^0_{Cell} سالبة (−) لا يحصل تفاعل بين اناء النحاس ومحلول ملح الطعام لذلك يصلح لحفظ ذلك المحلول يعني بإمكانك طبخ المركة بجدر من النحاس

رحلة التفوق في السادس

سؤال خارجي هل يمكن حفظ محلول كبريتات النحاس $CuSO_4$ في اناء من النيكل ام لا يمكن ذلك ؟ بين ذلك مع ذكر السبب ؟ علما ان جهود الاختزال القياسية $E^0_{Cu^{+2}/Cu} = +0.34 \quad V$ $E^0_{Ni^{+2}/Ni} = -0.24 \quad V$

الحل هنا الاناء هو فلز النيكل لذلك نجعله انودا يعاني (اكسدة)

والايون الموجب في المحلول وهو النحاس نجعله كاثود يعاني (اختزال)

$Ni \longrightarrow Ni^{+2} + 2e^-$ $\qquad E^0_{anode} = 0.24 \; V$

$Cu^{+2} + 2e^- \longrightarrow Cu$ $\qquad E^0_{cathode} = 0.34 \; V$

$E^0_{Cell} = 0.24 + 0.34$

$E^0_{Cell} = \boxed{+0.58} \; V$

بما ان اشارة E^0_{Cell} موجبة (+)

اذن يحصل تفاعل اي تفاعل تلقائي

لذلك لا يمكن حفظ محلول كبريتات النحاس في اناء من النيكل

سؤال واجب 1: اين يمكن حفظ محلول $Ni(NO_3)_2$ هل في وعاء من Zn ام في وعاء من Cu ولماذا ؟ علما ان $E^0_{Ni^{+2}/Ni} = -0.24 \; V$ $E^0_{Cu^{+2}/Cu} = +0.34 \; V$ $E^0_{Zn^{+2}/Zn} = -0.76 \; V$

سؤال واجب 2 : هل يصلح وعاء من الحديد لحفظ محلول $CoCl_2$ علما ان $E^0_{Co^{+2}/Co} = -0.28 \; V$ $E^0_{Fe^{+2}/Fe} = -0.44 \; V$

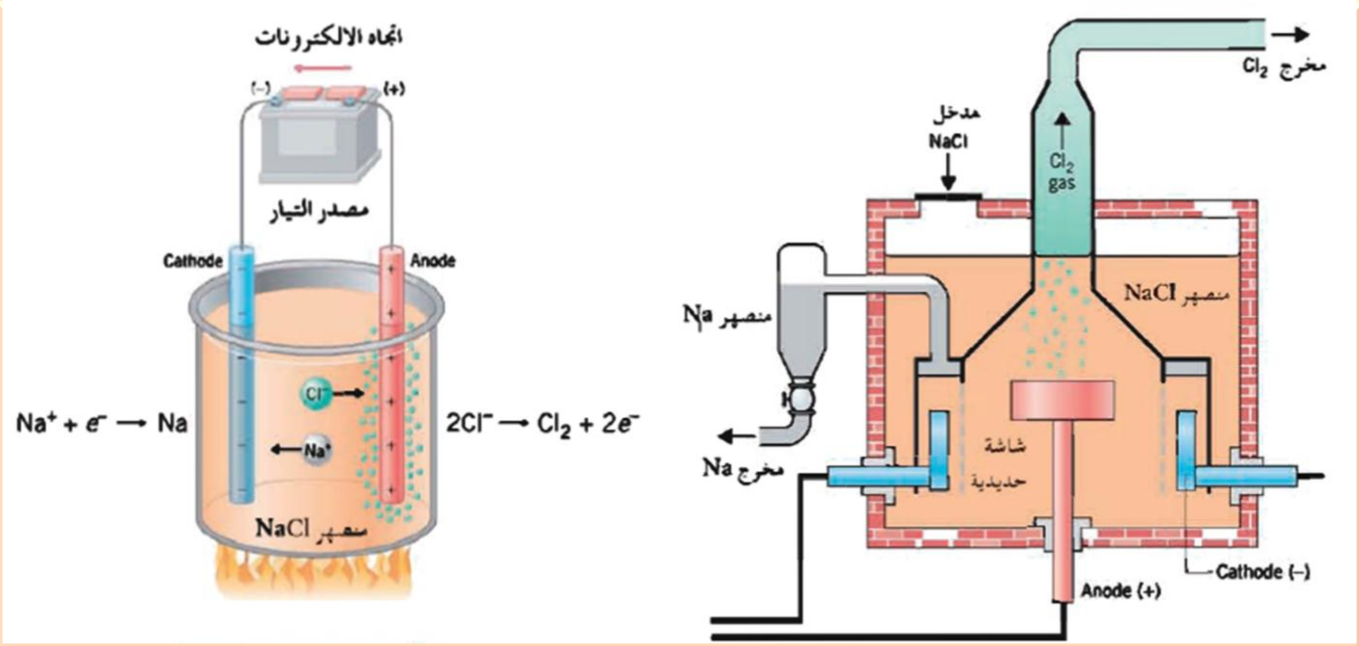
الجواب 1 – وعاء من النحاس 2 – لا يصلح

ثانيا : الخلايا الالكتروليتية

وهي الخلايا المستهلكة للتيار الكهربائي تتحول فيها الطاقة الكهربائية الى كيميائية وتجري تفاعلاتها بشكل غير تلقائي اي ان قيمة ($\Delta G = +$) موجبة ولهذه الخلايا تطبيقات مهمة في الصناعة فعلى سبيل المثال نستخدم في تنقية الفلزات وفي عملية الطلاء الكهربائي وسنتطرق في هذا الموضوع الى بعض الخلايا الالكتروليتية :-

اولا :- خلية التحليل الكهربائي لمنصهر كلوريد الصوديوم :-

ان منصهر $NaCl$ يحتوي على ايون Na^+ وايون Cl^- حره الانتقال حيث يوضح الشكل اناه هذه الخلية التي تكون فيها اقطاب مثل الكاربون او البلاتين مغمورة في منصهر كلوريد الصوديوم وعند عملية التحليل الكهربائي فان الاختزال يحدث على الكاثود حيث تختزل ايونات (Na^+) فقط مكونة فلز الصوديوم ويمثل تفاعل نصف الخلية عند الكاثود وعند انود تحدث عملية التأكسد حيث تتأكسد ايونات الكلوريد السالبة (Cl^-) وعندها يتحرر الكترون عند الانود وعندها يتحرر غاز Cl_2 عند تفاعل نصف الخلية عند الانود وتفاعلات نصف الخلية كما يلي:-



تفاعلات نصفي الخلية

$$2Na^+ + 2e^- \longrightarrow 2Na$$ اختزال عند الكاثود

$$2Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2e^-$$ تأكسد عند الانود

$$2Na^+ + 2Cl^- \longrightarrow 2Na + Cl_2$$ التفاعل العام للخلية

يجب ابقاء الصوديوم مفصولا عن غاز الكلور حتى لا يتفاعل بشكل تلقائي لتكوين $NaCl$ مرة ثانية

ثانيا :- خلايا الطلاء الكهربائي :-

عملية الطلاء الكهربائي يستخدم بها التحليل الكهربائي لطلاء فلز معين بطبقة رقيقة من فلز اخر وللطلاء اهمية كبرى تتمثل بحماية المعادن من الصدأ والتأكل تتركب خلية الطلاء من :-

قطب الانود :- يتكون من فلز نقي المراد الطلاء به مثل الفضة النقية او الذهب النقي

قطب الكاثود :- يتكون من السطح المراد طلاؤه مثل ملعقة الطعام او ما شابهها .

يتكون محلول الخلية حاويا على احد املاح الفلز النقي المراد الطلاء به مثل نترات الفضة $(AgNO_3)$ او نترات الذهب $[Au(NO_3)_3]$ عندما يشكل الفضة او الذهب الانود

يبين الشكل المدرج في الصفحة اللاحقة خلية طلاء تستخدم بها الفضة لطلاء شوكة الطعام وان الشروط والمواصفات الواجب توفرها بالتغطية الفلزية المطبقة على السطوح باستخدام الطرق الكهروكيميائية هي:

اولا : التصاق طبقة الطلاء

لكي تكون طبقة الطلاء ملتصقة ومتماسكة مع سطح الفلز المراد تغطيته يجب ان يكون سطح الفلز متحرراً من اي طبقة فاصلة او عازلة كالشحوم ونواتج التأكل ويمكن اجراء ذلك بعدة طرق اهمها:

1 ـ التنظيف الكيميائي :عملية تخليل لهذه السطوح عن طريق معالجتها بالاحماض المعدنية الساخنة ويسبق هذه العملية ازالة الشحوم ان وجدت بواسطة مذيب عضوي مثل رابع كلوريد الكاربون CCl_4 وثنائي كلوريد الايثان $C_2H_4Cl_2$

2 ـ التنظيف الميكانيكي :يتم معالجة السطح بمجموعة متدرجة من اوراق الصنفرة تنظيفه بشكل كامل الا ان هذه الطريقة تمتاز ببعض العيوب هي:

أ ـ تؤدي الى حدوث تشوهات في سطح الفلز.

ب ـ قد تتداخل بعض حبيبات اوراق الصنفرة مع جسم الفلز وهذه المناطق لا تتماسك مع طبقة الطلاء وبالتالي تؤدي الى نتيجة عكسية.

ثانياً :تماسك طبقة الطلاء

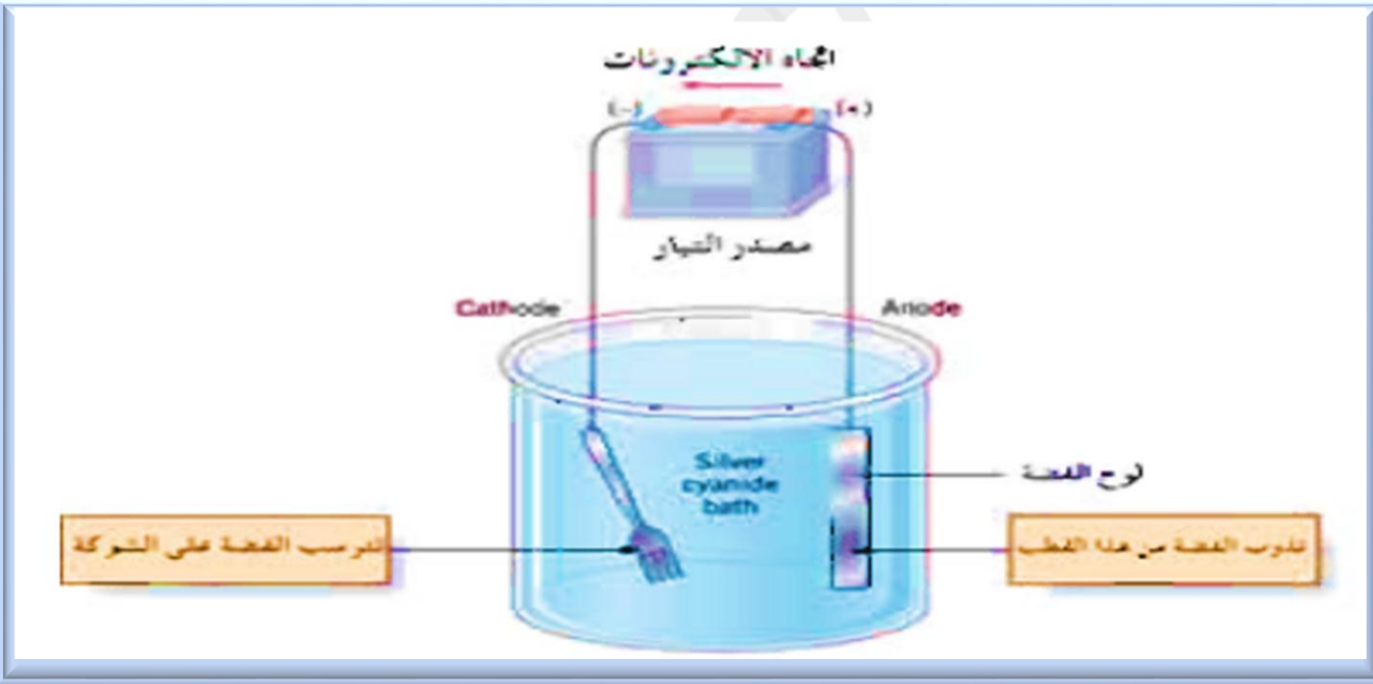
طبقة الطلاء الجيدة هي التي تكون متماسكة مع بعضها البعض وتعتمد على تماسك حبيبات الطلاء التي بدورها تعتمد على:

1.تركيز الالكتروليت :يعتبر الوسط الذي يوفر الايونات الناقلة للفلز المترسب ويجب ان يكون تركيزه قليل.

2.كثافة التيار :ان زيادة كثافة التيار تؤدي الى تفكك الطلاء لذا يجب ان تكون شدة التيار الكهربائي المستخدم ضعيفة.

3.درجة الحرارة : عند استخدام درجة حرارة عالية يؤدي الى تفكك الطلاء لذا يجب ان تكون درجة الحرارة مناسبة لحدوث الطلاء.

4.استخدام مواد عضوية غروية :مثل الغراء والجلاتين حيث تساعد في تحسين تماسك طبقة الطلاء ان هذه المواد تستهلك اثناء عملية الطلاء والسبب يعود الى اوزانها الجزيئية العالية والتي بدورها يكون لها ميل للاستقرار في السطوح الفاصلة مما يساعد في ملىء الاسطح وجعلها متساوية ويعود لها السبب بكونها تعطي طبقة طلاء ناعمة.



قوانين فأراداي Faraday Laws

استطاع العالم الانكليزي فاراداي ان يبرهن قوانين التحليل الكهربائي :-

القانون الاول :- تتناسب كتلة اي مادة تترسب على الكاثود او تذوب عند الانود او تحرر كغازات عند هذه الاقطاب مع كمية الكهربائية التي تمر خلال الخلية الكهربائية .

القانون الثاني :- تتناسب كتلة المواد المختلفة التي تترسب على الكاثود او تذوب من الانود او تحرر كغازات عند هذه الاقطاب باستخدام نفس الكمية من الكهربائية مع الكتل المكافئة للمواد المختلفة .

$Q_{(C)}$: كمية الكهربائية $I_{(A)}$: التيار $t_{(S)}$: الزمن

$$Q_{(C)} = I_{(A)} * t_{(S)}$$

الشحنة الكهربائية بوحدة الكولوم = شدة التيار (الامبير) × الزمن (الثانية)

ولتحويل الشحنة الكهربائية (Q) بدلالة عدد مولات الالكترونات تقسم (Q) على ثابت فاراداي $(96500\ C/mole)$

حيث ان $(mole \cdot e^-)$ تعني عدد مولات من الالكترونات

$$Q_{(mole \cdot e^-)} = \frac{I_{(A)} * t_{(S)}}{96500_{(c/mole)}}$$

$Q_{(mole \cdot e^-)}$: كمية الكهربائية بدلالة عدد مولات الالكترونات المفقودة عند الانود او المكتسبة عند الكاثود

ولحساب عدد المولات (n) فقط من قوانين فاراداي نقسم $Q_{(mole \cdot e^-)}$ على عدد الالكترونات المفقودة او المكتسبة في تفاعل الخلية

وبذلك نحصل على عدد المولات بوحدة mole لكل 1 mole

$$n = \frac{Q_{(mole \cdot e^-)}}{(mole \cdot e^-)/1\ mole}$$

(المقام: عدد الالكترونات المفقودة او المكتسبة؛ وحدة $(mole \cdot e^-)$ مشطوبة)

ملاحظة : هذا القانون مهم يربط Q مع n .

قوانين فأراداي

قانون رقم 1

في قوانين الكهربائية نحتاج الى قوانين كيميائية درست سابقا وخاصا القوانين التي تتعلق في حسابات عدد المولات وهي كالاتي :-

$$n_{mol} = \frac{m_g}{M_{g/mol}}$$

$$M = \frac{m_g}{n_{mol}}$$

كتلة المولية

او

$$m_g = n_{mol} \times M_{g/mol}$$

كتلة

اعداد :- حيدر يحيى علوان

المدرسة :- اعدادية الاندلس للبنين

قوانين فاراداي

قانون رقم 2

$$n = \frac{\text{عدد الذرات او الايونات او الجزيئات او الالكترونات}}{\text{عدد أفوكادروا } N_A \text{ ومقداره حفظ } 6.023\times10^{23}}$$

ويمكن اشتقاقه

$$N_A \times n = \text{عدد الذرات او الايونات او الجزيئات او الالكترونات}$$

قوانين فأراداي

قانون رقم 3

$$P_{atm} \quad V_L = n_{mol} \quad R \quad T$$

R ثابت = 0.082

$T = C^0 + 273$

$$\therefore n = \frac{Pv}{RT}$$

قوانين فأراداي

قانون رقم 4

$$n = \frac{V_{\not{L}}}{22.4 \quad \not{L} / mol}$$

الحجم المولي بالظروف القياسية STP

قوانين فأراداي

قانون رقم 5

$$n = M_{mol/\not{L}} * V_{\not{L}}$$

او

$$M = \frac{n_{mol}}{V_L}$$

المولارية

ان علاقة هذه القوانين بقانون مهم في الكهربائية وهو كمية الشحنة الكهربائية بدلالة عدد مولات الالكترونات

$$Q_{mol\ /\ e^-} = \frac{I \ * \ t}{96500 \quad F}$$

فعند استرجاع (n) عدد المولات الى احد هذه القوانين نقسم على عدد الالكترونات المفقودة او المكتسبة في تفاعلات الاكسدة والاختزال الذي يتم اختصارها

$$n = \frac{Q_{mol\ /\ e^-}}{\text{عدد الالكترونات}\ e^-}$$

ملاحظات مهمة في قوانين فاراداي

1- حسب صيغة السؤال نحتاج ايجاد كتلة عنصر في خلية حيث يجب ايجاد اولا عدد مولات الالكترونات Q في قوانين الخاصة بالكهربائية في داخل الخلية عند الكاثود او الانود ثم نقسم Q على عدد الالكترونات التي تم اختصارها في تفاعلات الاكسدة والاختزال في حساب جهد الخلية لإيجاد (n) بعدها نجد $m = n \times M$ وهكذا يتم الربط بين Q واحد قوانين (n) التي اخذت في الصفحات السابقة

2 - كمية التيار يجب ان تكون بوحدة الامبير (A) والزمن في الثواني حصرا ، حيث نلاحظ كثير من الاسئلة تعطى في الدقائق (min) والساعات (hr) كلها تحول الى وحدة الثانية (S) حيث نلاحظ ان

الساعة $1\ hr = 3600(s)$ = $1\ hr = 60 \times 60$ الدقيقة $1\ min = 60(s)$

فمثلا هنالك زمن قدرة ساعة واحدة $(1\ \ hr)$ وثلاث دقائق $(3\ \ min)$ وعشرة ثواني يكون الحساب كالاتي:

$$t_s = 3600 + 3 \times 60 + 10_{(s)}$$

$$t_s = 3600 + 180 + 10$$

$$t_s = 3790\ S$$

3- يجب ان تكون وحدات الضغط بـ atm والحجم بـ L والكتلة بـ g حيث لتحويل $Torr$ او $m \cdot m\ Hg$ الى atm نقسم على 760 والحجم بـ $m\ell$ او cm^3 نقسم على 1000

4 - هنالك بعض الثوابت فمثلا :- عدد افوكادرو $N_A = 6.023 \times 10^{23}$ الحجم المولي بـ STP = 22.4 و $F = 96478$ يقرب الى 96500

5 - مهمة جدا ممكن ان نستخدم قانون عدد المولات (n) لتحويلة الى عدد مولات الالكترونات Q بالعلاقة التالية:-

$$Q = n_{mol} * \text{عدد الالكترونات المفقودة او المكتسبة}\ e^-$$

(n_{mol}: عدد مولات الالكترونات)

وحداتها هي $mol \cdot e^-$

عندما تكون الظروف غير قياسية نحسب عدد المولات في قانون الغاز المثالي $n = \dfrac{PV}{RT}$

مثال (4 -13)

لتفاعل نصف الخلية الاتي $Mg^{+2}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Mg_{(s)}$ احسب عدد غرامات المغنيسيوم التي يمكن انتاجها من فلز المغنيسيوم عند امرار تيار شدته 25A لفترة ساعة واحدة (1 hr) علما ان الكتلة الذرية للمغنيسيوم تساوي 24 وما هي عدد ذرات المغنيسيوم المترسبة عند الكاثود تحت نفس الظروف

الحل

وحدة الزمن في علاقة فاراداي هي الثانية لذا نحول الساعة الى ثواني

$$t_{(s)} = 1\ hr \times \frac{3600(S)}{1\ hr} = \boxed{3600\ S}$$

نجد كمية الكهربائية المارة في الخلية بدلالة عدد مولات الالكترونات :-

$$Q_{(mol\ \cdot\ e^-)} = \frac{I_{(A)} * t_{(s)}}{96500\ c/mol}$$

$$Q_{(mol\ \cdot\ e^-)} = \frac{25 * 3600}{96500} \Rightarrow \frac{900}{965}$$

36
25 ×
180
720
900

$$Q_{(mol\ \cdot\ e^-)} = \boxed{0.9}(mol\ \cdot\ e^-)$$

وحسب معادلة اختزال المغنيسيوم نجد ان عدد الالكترونات المكتسبة هي $(2e^-)$ لكل مول من Mg لذا فان عدد مولات المغنيسيوم يساوي

$$n = 0.9\ mol\ \cdot\ e^- \times \frac{1\ mol}{2\ mol\ \cdot\ e^-}$$

$$n = \boxed{0.45}\ mol$$

ثم نحسب كتلة المغنيسيوم بالغرام

$$m_g = n \times M \Rightarrow m = 0.45_{mol} \times 24_{g/mol}$$

$$m = 1.08\ g$$

ولحساب عدد ذرات Mg المترسبة عند الكاثود

عدد الذرات = n عدد المولات x N_A عدد افوكادرو

عدد الذرات $= 0.45 \times 6.023 \times 10^{23}$

عدد الذرات $= \boxed{2.7 \times 10^{23}}$ atoms

تمرين (4 -21) ما هي شدة التيار الذي يجب أمراره في محلول كلوريد الذهب $AuCl_3$ لمدة 200 s ليرسب 3 g من الذهب الكتلة الذرية للذهب 197

الحل

نكتب تفاعل اختزال ايون الذهب الى فلز الذهب على الكاثود ثم نحسب عدد مولات الذهب

$$Au^{+3}_{(aq)} + 3e^- \rightarrow Au_{(s)}$$

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow \frac{3}{197}$$ → تقريبا 200

$$\boxed{n = 0.015 \ mol}$$

وحسب معادلة اختزال نلاحظ ان كل $3 \ mol \cdot e^-$ ترسب 1 مول من الذهب

$Q = n \times$ عدد الالكترونات المكتسبة في تفاعل الاختزال $\Rightarrow Q = 0.015 \times 3 = 0.045 \ mol \cdot e^-$

وبعد استخراج كمية الكهربائية بمول الالكترون يمكن استخدامها على النحو التالي

$$Q = \frac{I_{(A)} + t_S}{96500}$$

$$0.045 = \frac{I \times 200}{96500}$$

$$0.045 = \frac{I \times 2}{965}$$

$$I = \frac{0.045 \times 965}{2}$$ → ومنه نحصل على شدة التيار

$$I = \frac{43.425}{2}$$

$$I = 21.7 \quad A$$

تمرين (4 −22) وزاري ٢٠١٣ دور اول محلول من كبريتات النحاس $CuSO_4$ تركيز 0.2 M وحجمه 600 ml أمرر فيه تيار كهربائي شدته 96.5 A احسب الزمن اللازم لكي تبقى 0.03 ml من ايون النحاس

الحل

في قوانين فاراداي نتعامل بعدد المولات المادة وليس تركيزها لذلك نعمل على تطبيق المعادلة التالية :-

$$M = \frac{n_{mol}}{(V)_L}$$ التركيز المولاري

$$V_{(L)} = \frac{600\ ml}{1000\ ml/L}$$

$$V_{(L)} = 0.6\ L$$

$$n = M_{mol/L} \times V_{(L)}$$

$$n = 0.2 \times 0.6$$

$$n_{mol} = 0.12\ mol$$

لا تدخل في الحسابات لأنها غير متحللة

نجد عدد المولات التي تجري عليها التحلل الكهربائي

عدد المولات المتبقية في المحلول ✗ عدد المولات المتحللة كهربائية = عدد المولات الكلية

∴ n (المتحللة كهربائية) = n (الكلية) − n (المتبقية)

$$n = 0.12 - 0.03 \Rightarrow 0.09\ mol$$ المتحللة كهربائية

يمرر النحاس كتفاعل اختزال بسبب اكتسابه عدد من الالكترونات ، ونأخذ هنا n المتحللة كهربائيا وليس المتبقية في المحلول

$$Cu^{+2} + 2e^- \rightarrow Cu$$

بما ان الالكترونات المكتسبة $2e^-$ لذا فان

$$Q = 0.09 \times 2 \Rightarrow 0.18\ mol \cdot e^-$$

وباستخدام علاقة فاراداي

$$Q = \frac{96.5 \times t}{96500} \Rightarrow 0.18 = \frac{965 \times t}{965000}$$

$$18 = \frac{965 \times t}{9650} \Rightarrow 18 = \frac{t}{10}$$

$$t = 180\ (S)$$

سؤال واجب تيار كهربائي شدته 10 A مر لمدة 16 min وخمسة ثواني في محلول $CuCl_2$ ما حجم غاز Cl_2 المتحرر في 127 C^o وضغط 2 atm

0.82 L / ج

تمرين (4 -23) احد التفاعلات النصفية للتحليل الكهربائي للماء هو فاذا تم جمع 0.08 L من O_2 عند 25 C^0 وضغط 755 mm.Hg فاحسب عدد مولات الالكترونات التي يجب تحريرها في المحلول

$$2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$$

الحل

بما ان الظروف غير قياسية ولحساب عدد المولات نطبق قانون الغاز المثالي حيث يجب ان يكون الضغط بـ atm

$$P_{atm} = \frac{755}{760}$$

$$P_{atm} = 0.99 \ atm$$

$$Pv = n\ R\ T$$

$$\boxed{n = \frac{Pv}{RT}}$$

$$n = \frac{0.99 * 0.08}{0.082 * 298}$$

$$n = \frac{0.079}{24.400}$$

$$n = 0.003 \ mol$$

$Q = n \times$ عدد الالكترونات المفقودة من O_2

$$Q = 0.003 \times 4$$

$$Q = 0.012 \ mol.e^-$$



اعداد وترتيب الأستاذ : حيدر يحيى علوان

البطاريات (النضائد) وخلايا الوقود
Battries and Fuel Cells

عادة ما تسمى الخلايا الكلفانية بالبطاريات وتصنف الى نوعين :-

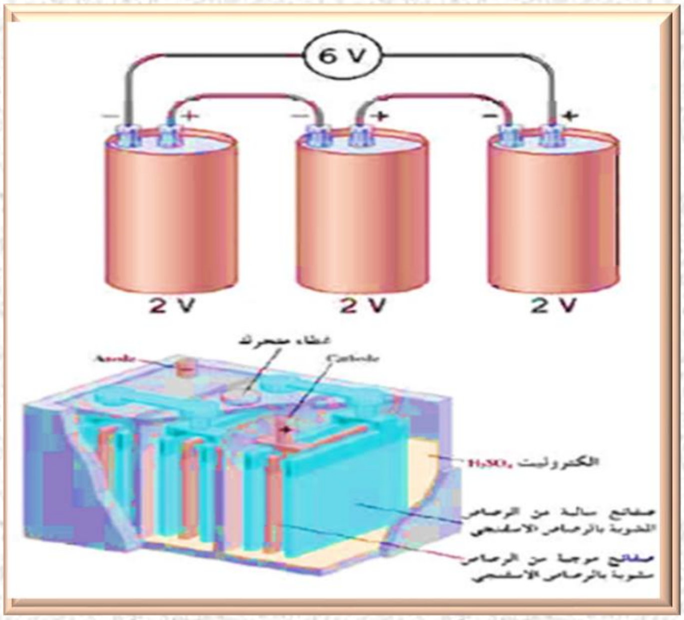
بطاريات اولية :- وهي لا يمكن اعادة شحنها

بطاريات ثانوية :- وهي التي يمكن اعادة شحنها

والبطارية عادة ما تتكون من تجميع عدد الخلايا الكلفانية تربط على التوالي ويكون جهدها مساوا لمجموع جهود الخلايا المتكونة منها وسنشرح بعض البطاريات الشائعة الاستخدام

اولا :- بطارية الخزن الرصاصية Lead-storage Battrey

تستعمل هذه البطارية في تشغيل السيارة وكثير من المعدات الكهربائية والصناعية وهي تتكون من مجموعة خلايا رصاصيه كلفانية جهد كل منها اكثر بقليل من 2V ، تتكون كل بطارية من قطبين احدهما مصنوع من مادة الرصاص يمثل الانود ولأخر مصنوع من اوكسيد الرصاص ويمثل الكاثود ويكون القطبين مغمورين في محلول الكتروليتي هو محلول حامض الكبريتيك الذي تتراوح كثافته عند شحن البطارية من 1.2 g/ml الى 1.3 g/ml وهذه البطارية مجموعة من ثلاث او ست خلايا تعمل كخلية كلفانية جهدها 6V او 12 V وكما في الشكل المجاور



التفاعل الذي يحدث عند الانود هو

$$Pb + SO_4^{-2} \rightarrow PbSO_4 + 2e^-$$

اما التفاعل الذي يحدث عند الكاثود فيختزل PbO_2 كما في التفاعل الاتي :-

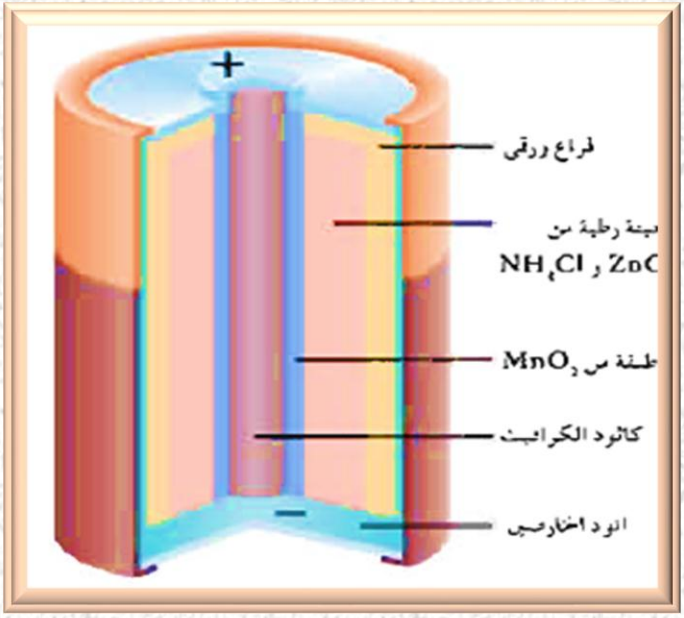
$$PbO_2 + 4H^+ + SO_4^{-2} + 2e^- \rightarrow PbSO_4 + 2H_2O$$

التفاعل العام للخلية

$$Pb + PbO_2 + 2H_2SO_4 \rightarrow 2PbSO_4 + 2H_2O$$

عند استمرار عمل الخلية تترسب كبريتات الرصاص بشكل مسحوق ابيض على القطبين كما يستهلك حامض الكبريتيك الموجود بشكل متأين فتزداد كمية الماء مما يؤدي الى انخفاض كثافة محلول الحامض ، وما ان تنطلق السيارة حتى تعكس تفاعلات نصفي الخلية تحت تأثير الفولتية التي ينتجها المولد ويعاد انتاج H_2SO_4 PbO_2 Pb

ثانيا :- الخلية الجافة (خارصين – كاربون) Dry Cell



هذه الخلية عبارة عن وعاء خارصين يعمل كانود مملوء بمعجون رطب من MnO_2 وكاربون (كرافيت) وكلوريد الامونيوم NH_4Cl كما موضح في الشكل المجاور تتأكسد ذرات الخارصين عند الانود وتنتقل الالكترونات داخل الخلية بواسطة الكاربون وهو الكاثود حيث عنده يختزل MnO_2 بوجود الماء كما في التفاعل الاتي

مواصفاتها:- تعطي جهدا مقداره 1.48 V وغير قابلة للشحن وتستخدم في اجهزة الراديو والحاسوب وغيرها

الانود
$$Zn + 2OH^- \rightarrow Zn(OH)_2 + 2e^-$$

كاثود
$$2MnO_2 + 2H_2O + 2e^- \rightarrow 2MnO(OH) + 2OH^-$$

التفاعل العام
$$Zn + 2MnO_2 + 2H_2O \rightarrow Zn(OH)_2 + 2MnO(OH)$$

المعادلات الرئيسية للخلايا الكلفانية

حساب جهد الخلية القياسية
$$E_{cell} = E_{anode} + E_{cathode}$$

العلاقة بين التغيير في الطاقة الحرة مع جهد الخلية :-
$$\Delta G = -nFE_{cell}$$

العلاقة بين التغيير في الطاقة الحرة القياسية مع جهد الخلية القياسي
$$\Delta G^0 = -nFE^0_{cell}$$

العلاقة بين جهد الخلية القياسي مع ثابت الاتزان
$$E^0_{cell} = \frac{RT}{nF} \ln K_{eq}$$

العلاقة بين جهد الخلية القياسي مع ثابت الاتزان عند درجة حرارة 25^0C
$$E^0_{cell} = \frac{0.026\ V}{n} \ln K_{eq}$$

معادلة نيرنست لحساب جهد الخلية غير القياسي

$$E_{cell} = E^{0}_{cell} - \frac{RT}{nF} \ln Q$$

معادلة نيرنست لحساب جهد الخلية غير القياسي عند درجة حرارة $25^{0}C$

$$E_{cell} = E^{0}_{cell} - \frac{0.026\ V}{n} \ln Q$$

التعاريف المهمة في الفصل

التأكسد Oxidation

عبارة عن تغير كيميائي يصحبه فقدان في الالكترونات من ذرة او مجموعة من الذرات ويؤدي لزيادة في اعداد التأكسد

الاختزال Reduction

عبارة عن تغير كيميائي تكتسب فيه الذرة او مجموعة من الذرات الكترونات يصاحبها نقصان في عدد التأكسد للعنصر

العامل المختزل Reduction Agent

المادة التي تتأكسد وتسبب اختزلا لمادة أخرى

العامل المؤكسد Oxidizing Agent

المادة التي تختزل وتسبب تأكسدا لمادة أخرى

الانود Anode

هو القطب الذي تجري عنده عملية التأكسد والذي يكون مصدرا للإلكترونات

الكاثود Cathode

هو القطب الذي تجري عنده عملية الاختزال والذي تتحول اليه الالكترونات المنتقلة من الانود

الخلايا الكهروكيميائية Electrochemical cells

تتكون الخلية الكهروكيميائية عادة من قطبين يسمى احدهما القطب الموجب او الانود اما القطب الثاني فهو القطب السالب ويدعى بالكاثود ويكون كلا القطبين مغمورين في محلول الكتروليتي تشترك مكوناته في تفاعلات الأكسدة والاختزال التي تجري على سطحي القطبين .

الخلايا الكلفانية Galvanic cells

هي تلك الخلايا التي تتحول فيها الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربائية من خلال تفاعل كيميائي يجري تلقائيا لتوليد تيار كهربائي وتسمى مثل تلك الخلايا بالخلايا الكلفانية او الفولتائية .

الخلايا الالكتروليتية Electrolyte cells

هي الخلايا المستهلكة للتيار الكهربائي وفيها الطاقة الكهربائية الى طاقة كيميائية وتجري تفاعلاتها بشكل غير تلقائي ولها تطبيقات مهمة في الصناعة ، تستخدم خلايا التحليل الكهربائي في تنقية الفلزات وهي عملية الطلاء الكهربائي .

القوة الدافعة الكهربائية للخلية Electromotive force

يرمز له بالرمز (emf) يسمى الجهد عبر الأقطاب في الخلية الكلفانية بجهد الخلية ويرمز له بالرمز E_{cell} ويسمى جهد الخلية بمصطلح شائع اخر القوة الدافعة الكهربائية للخلية بالرغم من دلالة الاسم فهو مقياس للجهد وليس للقوة .

معادلة نيرنست Nernest equation

هي العلاقة التي تربط جهد الخلية غير القياسي E_{cell} مع جهد الخلية القياسي E^0_{cell} عندما تكون المواد المشتركة جميعها ذات تراكيز لا تساوي الواحد الصحيح وفي درجات حرارية مختلفة .

الجسر الملحي

هو عبارة عن أنبوب زجاجي على شكل حرف U مقلوب يحتوي على محلول الالكتروليتي خامل لا يتغير كيميائيا خلال العملية ويثبت بداخل الانبوب مادة الاكار ومهمته نقل الايونات .

مادة الاكار

مادة صمغية يحصل عليها من الطبيعة ولها استخدامات متعددة حيث تصبح سائلة عند تسخينها وتتصلب في درجة حرارة الغرفة

سؤال : ما هي فائدة الجسر الملحي في الخلية الكلفانية ؟

الجواب : فائدة الجسر الملحي هي نقل الايونات السالبة باتجاه القطب الموجب الانود وبينما تنتقل عبر الجسر نفسه الايونات الموجبة باتجاه القطب السالب (الكاثود) .

اما المركبات المستعملة لملئ الجسر الملحي هي KCl او KNO_3 او K_2SO_4

علل ما يلي :

١- وجود البلاتين الأسود في قطب الهيدروجين القياسي

الجواب

أ- توفير سطح للقطب يمكن ان تفكك جزيئات الهيدروجين عليه

ب- توفير وسيله لحدوث توصيل كهربائي مع الدائرة الخارجية

٢- يكون جهد الخلية الكلفانية موجبا

موجود في الملزمة لاحقا سؤال 20 أسئلة الفصل

٣- اختيار قطب الهيدروجين القياسي كقطب مرجع (ذو جهد قياسي معلوم)

الجواب

لأنه عنصر نشاطه الكيميائي متوسط بين العناصر فيمكن استخدامه كقطب انود او كاثود .

٤- ان تركيز المواد الصلبة والسائلة في التفاعل العام للخلية . لا تظهر في حاصل القسمة في معادلة نيرنست .

الجواب

لان هذه التراكيز تساوي الواحد الصحيح 1 = [مادة صلبه]

٥- للطلاء الكهربائي أهمية صناعية كبرى ؟

الجواب

لأنها تحمي المعادن من الصدأ أو التأكل كما هو الحال بطلاء المعادن بالذهب او الفضة .

٦- لماذا يزداد جهد الخلية الرصاصية عند زيادة تركيز محلول قطب الكاثود وعند خفض تركيز محلول قطب الانود ؟

الجواب

عند خفض تركيز محلول قطب الانود يقل جهد الاختزال (يزداد جهد تأكسده) وعند زيادة تركيز محلول قطب الكاثود يزداد جهد اختزاله ، فيزداد فرق الجهد بين قطبين وبالتالي يزداد جهد الخلية E_{Cell} وذلك لكون جهد الخلية يمثل الفرق بين جهد اختزال قطبي الانود والكاثود .

حل أسئلة الفصل الرابع الكيمياء الكهربائية

سؤال (4 –1) اختر الجواب الصحيح مع بيان السبب بوضوح

1 - في خلية تحليل الماء كهربائياً تتحرر 6.02×10^{22} جزيء من غاز على كاثود الخلية فأن حجم الغاز المتحرر باللتر على قطب الانود عند STP يساوي؟

أ - 22.4 L ب - 2.24 L ج - 1.12 L ✔

ملاحظة : عند تحليل الماء كهربائيا دائما يتحرر الهيدروجين عند الكاثود

$$2H^+ \xrightarrow{\text{نقصان}} H_2$$

$$2H_2O \longrightarrow \underset{\text{2 حجم}}{2H_2} + \underset{\text{1 حجم}}{O_2}$$

$$n = \frac{6.02\times10^{22}}{6.02\times10^{23}} = 0.1\ mol$$

$n_{H_2} = 0.1$ عدد مولات الهيدروجين الذي يشغل حجمين

$n_{O_2} = \frac{0.1}{2} = 0.05$ عدد مولات الاوكسجين الذي يشغل حجم واحد

$$n_{O_2} = \frac{VL}{22.4} \Rightarrow STP$$

$$VL = n_{O_2}\times 22.4 \Rightarrow VL = 0.05\times22.4 = 1.12\ L$$

رحلة التفوق في السادس

2 - خلية فولتائية قطباها الهيدروجين والفضة القياسيان جهد اختزال الفضة القياسي يساوي 0.8 V فأن قيمة ΔG^0 لها بوحدات KJ

أ - 154.4 ب - –154.4 ✔ ج - –1544

$$H_2 \longrightarrow 2H^+ + 2e^- \qquad E^0_{anode} = 0.00\ V$$

$$2Ag + 2e^- \longrightarrow 2Ag \qquad E^0_{cathod} = 0.80\ V$$

$$H_2 + 2Ag \longrightarrow 2H^+ + 2Ag$$

$$\Delta G^0 = -nFE^0_{cell}$$

$$\Delta G^0 = -2\times96500\times0.8$$

$$\Delta G^0 = -154400\ J$$

ثم نحول الطاقة الحرة الى KJ لذلك نقسم على 1000

$$\Delta G_{KJ} = \frac{-154400}{1000}$$

$$\Delta G_{KJ} = -154.4$$

3 - عدد الالكترونات اللازمة لترسيب 6.35 g من النحاس في محلول ايوناته في خلية الكتروليتية $(M_{Cu} = 63.5)$

أ - 12.04×10^{22} ✓ ب - 1.204×10^{22} ج - 6.02×10^{22}

$$Cu^{+2} + 2e^{-} \longrightarrow Cu$$

$$n_{Cu} = \frac{m}{M} \Rightarrow \frac{63.5}{6.35} \Rightarrow \boxed{0.1}\ mol$$

$$Q = n_{Cu} \times e^{-} \Rightarrow Q = 0.1 \times 2 = 0.2\ mol.e^{-}$$

$$Q = \frac{\text{عدد الالكترونات}}{\text{عدد افوكادرو}}$$

عدد الالكترونات $= Q \times$ عدد افوكادرو

عدد الالكترونات $= 0.2 \times 6.02 \times 10^{23}$

عدد الالكترونات $= 1.204 \times 10^{23}$

عدد الالكترونات $= 12.04 \times 10^{22}$

4 - في الخلية الآتية $Sn\,|\,Sn^{+2}{}_{(0.01\ M)}\,||\,Cr^{+3}{}_{(0.1\ M)}\,|Cr$ بدرجة حرارة $25\ C^{0}$ ΔG لها تساوي $-324529.5\ J$ فأن الجهد القياسي للخلية يساوي

أ - $0.6\ V$ ب - $0.96\ V$ ج - $+\ 0.52\ V$ ✓

$$3 \times \left[Sn \longrightarrow Sn^{+2} + \cancel{2e^{-}} \qquad E^{0}_{anode} = \ \ V \right]$$

$$2 \times \left[Cr^{+3} + \cancel{3e^{-}} \longrightarrow Cr \qquad E^{0}_{cathod} = \ \ V \right]$$

$$\underset{}{3Sn} + \underset{0.1}{2Cr^{+3}} \longrightarrow \underset{0.01}{3Sn^{+2}} + 2Cr$$

$$\Delta G = -nFE_{cell}$$

$$E_{cell} = \frac{\cancel{-}324529.5}{\cancel{-}6 \times 96500} \Rightarrow E_{cell} = 0.56\ \ V$$

ولإيجاد جهد الخلية القياسي E^{0}_{cell} من معادلة نيرنيست

$$E_{cell} = E^{0}_{cell} - \frac{0.026}{n}\ Ln\ \frac{[Sn^{+2}]^{3}}{[Cr^{+3}]^{2}}$$

$$0.56 = E^{0}_{cell} - \frac{0.026}{6}\ Ln\ \frac{[0.01]^{3}}{[0.1]^{2}}$$

$$0.56 = E^{0}_{cell} - 0.004\ \ Ln\ \frac{1 \times 10^{-6}}{1 \times 10^{-2}}$$

$$0.56 = E^{0}_{cell} - 0.004\ \ Ln\ 10^{-4}$$

$$Ln\ \ 10 = 2.3$$

$$0.56 = E^{0}_{cell} - 0.004 \times -4 \times 2.3$$

$$0.56 = E^{0}_{cell} - 0.004 \times -9.2$$

$$0.56 = E^{0}_{cell} + 0.04$$

$$E^{0}_{cell} = 0.56 - 0.04$$

$$E^{0}_{cell} = +0.52$$

في الكتاب يوجد خطأ مطبعي

5 ـ كتب طالب في خلية تحليل محلول كلوريد الصوديوم فأن الكلور يتحرر عند الانود والصوديوم يترسب عند الكاثود ما الخطأ الذي ارتكبه الطالب:

أ ـ الكلور يتحرر عند الكاثود ✗ ب ـ الهيدروجين يتحرر عند الكاثود ✗ ج ـ الصوديوم يترسب عند الانود ✗

الطالب لم يتركب أي خطأ [كل الإجابات خاطئة]

6 ـ حجم غاز الكلور المتحرر عند STP بعد مرور $0.02\ mol.e^-$ في محلول خلية يحتوي على ايونات Cl^- يساوي

أ ـ $0.224\ L$ ✓ ب ـ $2.24\ L$ ج ـ $22.4\ L$

$$n = \frac{V_L}{22.4 \Rightarrow STP} \Rightarrow V_L = n \times 22.4$$

$$V_L = 0.01 \times 22.4$$

$$VL = 0.224\ L$$

$$2Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2e^-$$

$$n_{Cl} = \frac{Q}{e^-} = \frac{0.02}{2}$$

$$n_{Cl} = 0.01\ mol.e^-$$

سؤال (4 –2)

عند الظروف القاسية C 25 وضغط $1\ atm$ اي تفاعل سيجري تلقائي في محلول مائي يحتوي على ايونات Ce^{+4} Ce^{+3} Fe^{+3} Fe^{+2} احسب $\triangle G^0$ و K_{eq} لهذا التفاعل اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية :

$$E^0_{Ce^{+4}/Ce^{+3}} = +1.61\ V \qquad E_{Fe^{+3}/Fe^{+2}} = +0.77\ V \qquad \ell n\ 1.1\times 10^{14} = 32.3$$

$$Fe^{+2} \longrightarrow Fe^{+3} + e^- \qquad E^0_{anode} = -0.77\ V$$

$$Ce^{+4} + e^- \longrightarrow Ce^{+3} \qquad E^0_{cathode} = +1.61\ V$$

$$Fe^{+2} + Ce^{+4} \longrightarrow Fe^{+3} + Ce^{+3} \qquad E^0_{Cell} = -0.77 + 1.61 = +0.84$$

ولحساب $\triangle G^0$ نستخدم العلاقة التالية $\triangle G^0 = -nF\ \ E^0$

$$\triangle G^0 = -1 \times 96500 \times 0.84$$

$$\triangle G^0 = -81060\ J/mol$$

ولحساب ثابت الاتزان K_{eq} نستخدم العلاقة التالية

$$E^0_{Cell} = \frac{0.026}{n}\ \ell n\ K_{eq}$$

$$0.84 = \frac{0.026}{1}\ \ell n\ K_{eq} \Rightarrow \ell n\ K_{eq} = \frac{0.840}{0.026} \Rightarrow 32.3$$

$$K_{eq} = \ell n^{-1} 32.3 \Rightarrow \boxed{K_{eq} = 1.1\times 10^{14}}$$

اعداد وترتيب : الأستاذ حيدر يحيى علوان

سؤال (4 – 3) عرف المصطلحات الاتية

الحل

1 ـ **الانود :-** هو القطب الذي تجري عنده عملية الاكسدة والذي يكون مصدرا للإلكترونات

2 ـ **القوة الدافعة الكهربائية :-** يرمز لها بـ (emf) وهي الجهد عبر الاقطاب في الخلية الكلفانية وقد تسمى بجهد الخلية E_{Cell} حيث هي مقياس للجهد وليس للقوة .

3 ـ **جهد الاختزال القياسي :-** وهي جهود العناصر ومقارنة قوتها عند استخدامها كعوامل مؤكسدة وعوامل مختزلة حيث تعد قيم جهود الاختزال القياسية مقياسا عمليا على التأكسد والاختزال

4 ـ **الجسر الملحي :-** هي انبوبة زجاجية على شكل حرف U توضع في الخلايا الكلفانية حيث تكون جسرا لعبور الايونات بين قطبي الخلية الكاثود والأنود ويعبر عنها كتابيا بالرمز (||)

سؤال (4 – 4) احسب ثابت فارادي وبين وحداته

الحل

يعرف ثابت فارداي بانه شحنة مول واحد من الالكترونات ويحتوي المول الواحد على عدد افوكادرو من الشحنات لذا فالفارادي يساوي حاصل ضرب شحنة الالكترونات في عدد افوكادرو

F = شحنة الالكترون × عدد افوكادرو

$$F = N_A(mol^-) \times e^-(C)$$

وبتعويض القيم نحصل على

$$e = 1.9 \times 10^{-19} C \quad , \quad N_A = 6.023 \times 10^{23} (mol.e^-)$$

$$F = 1.9 \times 10^{-19} \times 6.023 \times 10^{23}$$

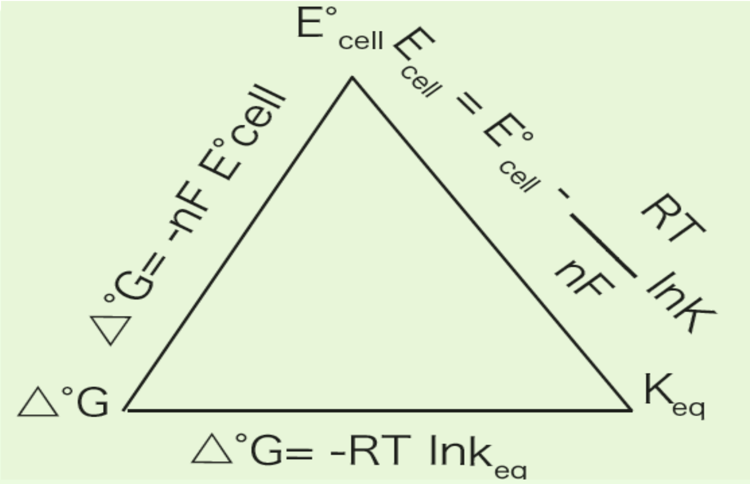
$$F = \boxed{69478}\ C / mol.e^-$$

تقرب تلك القيمة الى 96500 في الحسابات الكيميائية للسهولة



سؤال (4 –5) اكتب العلاقة التي تربط ΔG^0 مع K_{eq} و E^0_{Cell} وعرف الرموز التي تحتويها جميعها

الحل



$R = 8.314 \ J / K.mol$ ثابت الغازات

$T = 298$ درجة الحرارة المطلقة

$F = 96500 \ C / mol{\cdot}e^-$ فارادي

$n =$ عدد مولات الالكترونات التي يتم حذفها عند جمع تفاعلات نطبق الخلية لإيجاد التفاعل العام

سؤال (4 –6) اكتب معادلة نيرست وعرف جميع رموزها

الحل

$$E_{cell} = E^0_{cell} - \frac{RT}{nF} \ln K_{eq}$$

تسمى المعادلة اعلاه بمعادلة نيرنست وهي تربط جهد الخلية E_{cell} مع جهد الخلية القياسي E^0_{cell} من خلال حاصل القسمة Q عندما تكون تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة بحالتها القياسية ، أي أنّ تراكيز المواد المتفاعلة (1M) تصبح قيمة Q مساوية إلى الواحد الصحيح وقيمة lnQ

ثابت الغاز = 8.314 J/K. mol | درجة كلفن T = 25 °C (298K) | ثابت فارادي F = 96500 (C/mol

يمثل عدد الالكترونات التي يتم (n) حذفها عند جمع تفاعلات نصفي الخلية لإيجاد التفاعل العام يمكن تبسيط المعادلة اعلاه(معادلة نيرنست) بالتعويض عن قيمة درجة الحرارة (298 K) أي 25 C° وقيمة R=8.314 J/K.mol وقيمة F=96500C/mol لنحصل على

$$E_{cell} = E^0_{cell} - \frac{0.026 \ V}{n} \ln K_{eq}$$

تستخدم تلك المعادلة فقط عندما يكون تفاعل الخلية عند درجة حرارة 25C° (298K)

سؤال (4 -7)

احسب E^0 للخلية المكونة من نصفي التفاعل Zn/Zn^{+2} و SHE كم سيكون جهد الخلية E اذا كان $[Zn^{+2}] = 0.45\ M$ $P_{H_2} = 1\ atm$ $[H^+] = 1.8\ M$ اذا علمت ان جهد الاختزال القياسي $E_{Zn^{+2}/Zn} = -0.76$ معلومة $\ell n\ 0.138 = -1.97$

الحل

$Zn \longrightarrow Zn^{+2} + 2e^-$ $\quad E^0_{anode} = +0.76\ V$

$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$ $\quad E^0_{cathode} = +0.00\ V$

$Zn + 2H^+ \longrightarrow Zn^{+2} + H_2$ $\quad E^0_{Cell} = +0.76\ V$

يقصد SHE هو قطب الهيدروجين القياسي والذي جهد اختزاله = صفرا

ولحساب E_{Cell} الغير قياسية نكتب معادلة نيرنست

$$E = E^0 - \frac{0.026}{n}\ \ell n \frac{[Zn^{+2}]}{[H^+]^2}$$

$$E = 0.76 - 0.013\ \ell n \frac{(0.45)}{(1.8)^2} \Rightarrow E = 0.76 - 0.013\ \ell n \frac{0.45}{3.24}$$

$$E = 0.76 - 0.013\ \ell n\ 0.138 \Rightarrow E = 0.76 - 0.013 \times -1.97$$

$$E = 0.76 + 0.03 \Rightarrow E_{Cell} = 0.79\ V$$

سؤال (4 -8)

ما الفرق بين الخلية الكلفانية (مثل خلية دانيال) وخلايا التحليل الكهربائي

الحل

الخلية الكلفانية	خلية التحليل الكهربائي
1- تستخدم التفاعل الكيميائي للحصول على طاقة كهربائية	1- تستخدم طاقة كهربائية لحدوث تفاعل كيميائي
2- تفاعلاتها تكون تلقائية اي ان $\Delta G = -$	2- تحصل بصورة غير تلقائية اي ان $\Delta G = +$
3- يستخدم فيها جسر ملحي	3- لا يستخدم فيها جسر ملحي
4- تتنقل فيها الالكترونات المتحررة من الذرات الى الايونات عبر سلك الموصل الخارجي بينما تنتقل الايونات بين المحلولين بواسطه جسر ملحي	4- تتنقل فيها الالكترونات المتحررة من مصدر الجهد الخارجي (البطارية مثلا) بواسطة الايونات الموجبة والسالبة الموجودة في المحلول (الالكتروليتي)او المواد المنصهرة
5- مثال على خلية كلفانية مثل (خلية دانيال) وبطاريات (نضائد) الاجهزة الكهربائية وبطارية تشغيل السيارات	5- مثال على خلية التحليل الكهربائي مثل خلية الطلاء الكهربائي او خلايا تنقية الفلزات

سؤال (4 -9) اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية لأنصاف التفاعلات الاتية عند $25\ C^0$ هي :

$$PbSO_{4(s)} + 2e^- \longrightarrow Pb_{(s)} + SO_4^{-2} \qquad E^0_{anode} = -0.359\ V$$

$$PbI_{2(s)} + 2e^- \longrightarrow Pb_{(s)} + 2I^- \qquad E^0_{cathode} = -0.365\ V$$

احسب ثابت الاتزان للتفاعل الآتي

$$PbSO_{4(s)} + 2I^- \longrightarrow PbI_{2(s)} + SO_4^{-2}$$

الحل للحصول على التفاعل العام نقلب المعادلة الثانية (اقل جهد اختزال اعلى جهد اكسدة) في قطب الانود

$$PbSO_{4(s)} + 2e^- \longrightarrow Pb_{(s)} + SO_4^{-2} \qquad E^0_{anode} = -0.359\ V$$

$$Pb_{(s)} + 2I^- \longrightarrow PbI_{2(s)} + 2e^- \qquad E^0_{cathode} = +0.365\ V$$

$$PbSO_{4(s)} + 2I^- \longrightarrow PbI_{2(s)} + SO_4^{-2} \qquad E^0_{cell} = +0.06\ V$$

$$E^0_{cell} = \frac{0.026}{n}\ \ell n\ Keq$$

$$0.06 = \frac{0.026}{2}\ \ell n\ Keq$$

$$0.06 = 0.013\ \ell n\ Keq$$

$$\ell n\ Keq = \frac{0.060}{0.013}$$

$$\ell n\ Keq = \frac{60}{13}$$

$$\ell n\ Keq = 4.6$$

$$Keq = \ell n^{-1} 4.6$$

$$Keq = 100$$

سؤال (4 -10) محلول في الملزمة راجع الفهرست

سؤال (4 -11) محلول في الملزمة راجع الفهرست

سؤال (4 – 12) امرر تيار كهربائي شدته 9.65 A لترسيب النيكل في محلول مائي يحتوي على ايونات النيكل لمدة 50 min فاذا علمت ان 1.12 L من الهيدروجين عند STP تحرر ايضاً عند الكاثود ما كتلة النيكل المترسبة $M_{Ni} = 58.7 \ g/mol$ ؟

الحل

الزمن بالثواني حصرا

$$t_S = 50 \ min \times 60 = 3000 \ S$$

$$Q = \frac{I_A \times t_S}{F}$$

$$Q = \frac{9.65 \times 3000}{96500}$$

$$Q = \frac{965 \times 3000}{9650000}$$

$$Q = \frac{3}{10}$$

$$Q = \boxed{0.3} \ mol.e^-$$

قسم من هذه الكمية استهلكت لتحرير الهيدروجين عند STP

$$n_{H2} = \frac{V_L}{22.4} \Rightarrow \frac{1.12 \ L}{22.4}$$

$$n_{H2} = \frac{112 \times 10^{-2}}{224 \times 10^{-1}} \Rightarrow 0.5 \times 10^{-1}$$

$$n_{H2} = 0.05 \ mol \qquad \boxed{2H + 2e^- \rightarrow H_2}$$

$$\therefore Q = n_{H2} \times 2e^- \Rightarrow \boxed{0.05 \times 2} \Rightarrow \boxed{0.1} \ mol.e^-$$

$$Q_T = Q_{H2} + Q_{Ni} \qquad \boxed{Ni \rightarrow Ni^{+2} + 2e^-}$$

$$Q_{Ni} = Q_T - Q_{H2} \Rightarrow Q_{Ni} = 0.3 - 0.1 \Rightarrow \boxed{0.2} \ mol.e^-$$

$$n_{Ni} = \frac{Q_{Ni}}{e^-} \Rightarrow \frac{0.2 \ mol.e^-}{2 e^-} \Rightarrow 0.1 \ mol$$

$$\therefore m = n \times M \Rightarrow 0.1 \times 58.7$$

$$m = \boxed{5.87} \ g$$

سؤال (4 –13) أحسب جهد قطب غاز H_2 في $25\ C^0$ وضغط 1 atm اذا علمت ان PH محلوله الالكتروليتي = 1

الحل

- اذا كانت الخلية الكهربائية تتكون من قطب واحد فان ذلك القطب يمرر كجهد اختزال في قطب الكاثود
- نحصل على تركيز ايون $[H^+]$ من PH المحول الموجود في السؤال :-

$$[H^+] = 10^{-PH} \Rightarrow [H^+] = 10^{-1}$$

- بما ان تركيز ايون الهيدروجين لا يساوي 1 M يعني الخلية غير قياسية لذلك نحسب جهد قطب الهيدروجين الغير قياسية

$$E_{Cell} = E^0_{Cell} - \frac{0.026}{n} \ell n \frac{[\text{الايونات الناتجة}]}{[\text{الايونات المتفاعلة}]}$$

$$E_{Cell} = 0.0 - \frac{0.026}{2} \ell n \frac{[1]}{[H^+]^2}$$

$$E_{Cell} = 0.0 - 0.013\ \ell n \frac{1}{[0.1]^2}$$

$$E_{Cell} = 0 - 0.013\ \ell n \frac{1}{0.01}$$

$$E_{Cell} = 0 - 0.013\ \ell n\ 100$$

$$E_{Cell} = 0 - 0.013\ \ell n\ 10^2$$

$$E_{Cell} = 0 - 0.013\ \times 2\ \boxed{\ell n\ 10}$$

حفظ $\ell n\ 10 = 2.3$

$$E_{Cell} = 0 - 0.013\ \times 2\ * 2.3 \Rightarrow E_{Cell} = 0 - 0.013\ \times 4.6$$

$$E_{Cell} = 0 - 0.0598$$

$$E_{Cell} = \boxed{-0.0598}\ V$$

سؤال (4 –14) محلول في الملزمة راجع الفهرست

سؤال (4 –15) عند التحليل الكهربائي للماء يتحرر غاز الهيدروجين والاوكسجين ما حجم خليط الغازي المتحررين عند STP التي تنتج من امرار $0.2\ mol.e^-$ في الخلية ؟

الحل

نجد حجم كل غاز الغاز عند STP

أولا _ حجم الاوكسجين

$$2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$$

2 حجم 1 حجم

$$2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$$

$$Q = 0.2\ mol.e^-$$

$$n_{O2} = \frac{Q\ mol.e^-}{4e^-} \Rightarrow \frac{0.2}{4} \Rightarrow 0.05\ mol$$

$$n_{O2} = 0.05 \Rightarrow V_{O2} = n \times 22.4 \Rightarrow 0.05 \times 22.4$$

$$\therefore VL_{O2} = 1.12 \ \ L$$ عند STP ويمثل الحجم الأقل

ثانيا _ حجم الهيدروجين

$$n_{H_2} = \frac{Q \ mol.e^-}{2e^-} \Rightarrow \frac{0.2}{2} \Rightarrow 0.1 \ mol$$

$$V_{H_2} = n \times 22.4 \Rightarrow 0.1 \times 22.4$$

$$\therefore VL_{H_2} = 2.24 \ \ L$$ عند STP ويمثل الحجم الاكبر

وهو ضعف حجم الاوكسجين كما في معادلة التحليل الكهربائي

الحجم الكلي للخليط = حجم الاوكسجين + حجم الهيدروجين

$$V_T = V_{H_2} + V_{O_2}$$

$$V_T = 2.24 + 1.12$$

$$V_T = \boxed{3.36} \ L$$

سؤال (4 -16) ما هو التيار بالأمبير A اللازم لترسيب 5 g من الذهب في ساعة واحدة على سطح الكاثود من محلول يحتوي على ملح للذهب حالة التأكسد للذهب فيه +3 ؟

الحل

$$1h \times 3600 \frac{s}{h} = 3600 \ \ S$$ نحول وحدة الزمن من ساعه الى ثانيه

$$Q = \frac{I \times T}{F}$$

$$0.075 = \frac{I \times 3600}{96500}$$

$$I = 2.01 \ \ A$$

$$Au^{+3} + 3e^- \rightarrow Au$$

$$n_{Au} = \frac{m}{M}$$

$$n_{Au} = \frac{5}{197}$$

$$n_{Au} = 0.025$$

$$Q = n_X \times \frac{n_e}{1} \Rightarrow Q = 0.025 \times \frac{3}{1}$$

$$Q = 0.075 \ \ mol / e^-$$

سؤال (4 –17) مم يتكون انود وكاثود البطارية الجافة ؟ اكتب تفاعلات نصفي الخلية وتفاعلها العام واهم مميزاتها .

الحل

البطارية الجافة يتكون الانود فيها من وعاء خارجي مملوء بمعجون رطب من MnO_2 وكلوريد الامونيوم NH_4Cl وكاربون (كرافيت) الذي يمثل الكاثود حيث تتأكسد ذرات الخارصين عند الانود

$$Zn + 2OH^- \rightarrow Zn(OH)_2 + 2e^-$$

وتنتقل الالكترونات داخل الخلية بواسطة الكاربون وهو الكاثود حيث عنده يختزل MnO_2 بوجود الماء كما في التفاعل الاتي :-

$$2MnO_2 + 2H_2O + 2e^- \rightarrow 2MnO(OH) + 2OH^-$$

واهم مميزاتها تعطي جهدا مقداره 1.48 V وغير قابلة للشحن وتستخدم في اجهزة الراديو والحاسبات وغيرها

سؤال (4 –18) لماذا يجب ان يكون جهد الخلية الكلفانية موجبا ؟

الحل لأنها تستخدم للحصول على طاقة كهربائية فيجب ان يكون جهدها بالموجب + = E ليكون تفاعلها تلقائي وللحصول على قيمة ΔG^0 او ΔG = قيمة (–) سالبة لان قيمة E^0_{Cell} و E_{Cell} مرتبطة مع الطاقة الحرة القياسية والغير القياسية بالعلاقات التالية :-

$\Delta G^0 = -n F E^0_{Cell}$ E Δ = − FnG او Cell

لذلك يجب ان تكون قيم (او Cell E E^0_{Cell}) ذات قيمة موجبة (+) لتكون قيم ΔG^0 و ΔG سالبة

سؤال (4 –19) احسب تركيز ايون الخارصين في محلول قطب الخارصين في محلول اذا كان جهد اختزال الخارصين الغير قياسي = ‎−0.82 V وجهد اختزاله القياسي $E_{Zn^{+2}/Zn} = -0.76$

الحل نكتب تفاعل اختزال ايونات الخارصين الى فلز الخارصين نعتبر جهد الخارصين مساويا الى جهد الخلية

$Zn^{+2} + 2e^- \rightarrow Zn$ $\quad E^0_{Zn^{+2}/Zn} = -0.76$

$$E_{Zn^{+2}/Zn} = E^0_{Zn^{+2}/Zn} - \frac{0.026}{n} \ell n\, Q$$

$$E = E^0 - \frac{0.026}{2} \ell n \frac{1}{[Zn^{+2}]}$$

رحلة التفوق في السادس @

$$-0.82 = -0.76 - 0.013\ \ell n \frac{1}{[Zn^{+2}]}$$

$$-0.82 + 0.76 = -0.013\ \ell n \frac{1}{[Zn^{+2}]}$$

$$-0.06 = -0.013\ \ell n \frac{1}{[Zn^{+2}]}$$

$$\ell n \frac{1}{[Zn^{+2}]} = \frac{-0.060}{-0.013}$$

$$\ell n \frac{1}{[Zn^{+2}]} = 4.6 \Rightarrow \frac{1}{[Zn^{+2}]} = \ell n^{-1} 4.6$$

$$\frac{1}{[Zn^{+2}]} = 100$$

$$[Zn] = 0.01\ M$$

معلومة فقط

$$\ell n\ 100 = 4.6 \Rightarrow 100 = \ell n^{-1} 4.6$$

سؤال (4 –20)

خلية كلفانية تفاعلها العام في درجة $25\ C^0$ وجهدها القياسي يساوي $(+0.74\ V)$

احسب التغير في الطاقة الحرة $Cu^{2+}_{(aq)}\ (0.01\ M) + Cd_{(S)} \rightarrow Cu_{(S)} + Cd^{+2}\ (0.1\ M)$

الحل

$$\Delta G = -n\ F\ E_{Cell}$$

الغير قياسي الغير قياسي

دائما ولا تنسى يتم حساب E_{Cell} الغير قياسي من معادلة نيرنست

$$E = E^0 - \frac{0.026}{n} \ell n \frac{[Cd^{+2}]}{[Cu^{+2}]}$$

$$E = 0.74 - 0.013\ \ell n \frac{0.10}{0.01}$$

$$E = 0.74 - 0.013\ \boxed{\ell n\ 10}$$

$$E = 0.74 - \boxed{0.0299}$$

$$E = 0.74 - 0.03$$

$$E = 0.71\ V$$

$$\Delta G = -n\ F\ E$$

$$\Delta G = -2 \times 96500 \times 0.71$$

$$\Delta G = -137030\ J/mol$$

سؤال (4 –21) ما مقدار التغيير في الطاقة الحرة للخلية التالية في درجة $25\ C^0$ علما ان $K_{eq} = 2.3\times10^4$ وان التفاعل العام لهذه الخلية :-

$$2H^+_{(aq)(1M)} + Pb_{s} \rightarrow H_{2\,s} + Pb^{+2}_{(aq)(0.01)M}$$

الحل

لم يعطي جهد اختزال الرصاص لذلك نستخرج E^0_{Cell} بطريقة أخرى وهي معلومات K_{eq}

$$E^0 = \frac{0.026}{2}\ \ell n\ K_{eq}$$

$$E^0 = 0.013\ \ell n\ 2.3\times10^{4}$$

$$E^0 = 0.013\ \times4\times\ell n\ 2.3\times10$$ ← معلومة $\ell n\ 2.3 = 0.83$

$$= 0.013\ \times4\times0.83\times2.3$$

$$E^0 = \boxed{0.099}$$ بالتقريب $\simeq 0.100$

$$E^0 = \boxed{0.1}\ V$$

نحسب E_{Cell} الغير قياسية من معادلة نيرنست

$$E = E^0 - \frac{0.026}{n}\ \ell n \frac{[Pb^{+2}]}{[H^+]^2}$$

$$E = 0.1 - 0.013\ \ell n \frac{0.01}{(1)^2}$$

$$E = 0.1 - 0.013\ \ell n\ 1\times10^{-2}$$

$$E = 0.1 - 0.013\ \times -2\ \ell n\ 10 \Rightarrow E = 0.1 - 0.013\times -2 * 2.3$$

$$E = 0.1 - 0.013\times -4.6$$

$$E = 0.1 + 0.0598$$ ← 0.06 تقريبا

$$E = 0.10 + 0.06$$

$$E = 0.16$$

$$\therefore\ \Delta G = -n\ F\ E$$

$$\Delta G = -2\times9600 * 0.16$$

$$\Delta G = -\boxed{30880}\ J/mol$$

سؤال (4 -22)

خلية فولتائية في درجة $25 \quad C^0$ تفاعلها العام :-

$Sn^{+2}_{(aq)} + Ni_{(S)} \rightarrow Sn_{(S)} + Ni^{+2}_{(aq)}$ اذا علمت ان جهد الخلية الغير قياسي يساوي $+ 0.17$ V احسب تركيز ايون النيكل علما ان جهود الاقطاب القياسية $E^0_{Ni^{+2}/Ni} = - 0.25$ V $\quad E^0_{Sn^{+2}/Sn} = - 0.14$ V

الحل

$$Ni \rightarrow Ni^{+2} + 2e \qquad E^0_{anode} = +0.25 \ V$$

$$Sn^{+2} + 2e \rightarrow Sn \qquad E^0_{cathode} = -0.14 \ V$$

$$Sn^{+2} + Ni \rightarrow Ni^{+2} + Sn \qquad E^0_{Cell} = +0.11 \ V$$

$$E_{Cell} = E^0_{Cell} - \frac{0.026}{n} \ell n \frac{[Ni^{+2}]}{[Sn^{+2}]}$$

$$0.17 = 0.11 - \frac{0.026}{2} \ell n \frac{[Ni^{+2}]}{1}$$

كل الخلية اذا لم يعطى لها تركيز لاحد ايوناتها نعتبر تركيز ذلك الايون =1M كما في Sn^{+2}

$$0.17 = 0.11 - 0.013 \ell n [Ni^{+2}]$$

$$0.17 - 0.11 = -0.013 \ell n [Ni^{+2}] \Rightarrow 0.06 = -0.013 \ell n [Ni^{+2}]$$

$$\ell n [Ni^{+2}] = -\frac{0.06}{0.013} \qquad \ell n [Ni^{+2}] = -4.6$$

$$\ell n \ 0.01 = -4.6$$

$$\therefore [Ni^{+2}] = \ell n^{-1} - 4.6 \Rightarrow [Ni^{+2}] = 0.01 \ M$$

$$\boxed{0.01 = \ell n^{-1} 4.6}$$

سؤال (4 -23)

للخلية الاتية اذا علمت ان جهد الخلية القياسي يساوي 1.26 V وان $E^0_{Cd^{+2}/Cd} = - 0.40$ V احسب جهد اختزال القياسي للألمنيوم

$$Al \ | \ \underset{(1M)}{Al^{+3}} \ || \ \underset{(1M)}{Cd^{+2}} \ | \ Cd$$

الحل

$$2Al \longrightarrow 2Al^{+3} + 6e \qquad E^0_{anode} = ?$$

$$3Cd^{+2} + 6e \longrightarrow 3Cd \qquad E^0_{cathode} = -0.40 \ V$$

$$2Al + 3Cd^{+2} \longrightarrow 2Al^{+3} + 3Cd \qquad E^0_{Cell} = E^0_{anode} + E^0_{cathode}$$

$$1.26 = E^0_{anode} + (-0.40)$$

$$E^0_{anode} = 1.26 + 0.40 \Rightarrow E^0_{anode} = \boxed{1.66}$$

$$E^0_{Al^{+3}/Al} = -1.66$$

لان جهد الاختزال عكس جهد الاكسدة

سؤال (4 –24) خلية كلفانية في $25\ C^0$ احد قطبيها هو الهيدروجين وبضغط 1 atm والقطب الاخر هو النيكل تركيز ايوناته 0.01 M احسب الاس الهيدروجيني PH لمحلول قطب الهيدروجين H_2 اذا علمت ان مقدار الطاقة الحرة لتفاعل الخلية −48.25 KJ/mol وان جهد اختزال قطب النيكل القياسي −0.25 V

الحل

$$\Delta G = -\ n\ F\ E_{Cell}$$

نبدأ بتحويل وحدات ΔG الغير قياسية من وحدات KJ الى وحدات J

$$\Delta G_J = -48.25 \times 1000$$

$$\Delta G_J = -48250$$

$$E_{Cell} = \frac{-48250}{-2 \times 96500} \Rightarrow E_{Cell} = \frac{1}{4} = \boxed{0.25}\ V$$

ثم نطبق معادلة نيرنست لا يجاد تركيز ايون $[H^+]$ بعد ايجاد جهد الخلية القياسي من تفاعلات الاكسدة والاختزال

$$Ni \longrightarrow Ni^{+2} + 2e \qquad E^0_{anode} = 0.25\ V$$

$$2H^+ + 2e \rightarrow H_2 \qquad E^0_{cathode} = 0.00\ V$$

$$\underset{}{Ni} + 2\underset{?}{H^+} \rightarrow \underset{0.01}{Ni^{+2}} + H_2 \qquad E^0_{Cell} = \boxed{0.25}\ V$$

لان جهد اختزال H_2 اكبر من جهد اختزال Ni

$$E^0_{Cell} = E^0_{Cell} - \frac{0.026}{n} \ell n \frac{[Pb^{+2}]}{H^2}$$

$$0.25 = 0.25 - \frac{0.026}{2} \ell n \frac{0.01}{H^2}$$

$$0.25 - 0.25 = -0.013 - \ell n \frac{0.01}{H^2}$$

$$0 = -0.013 - \ell n \frac{0.01}{H^2}$$

$$\ell n \frac{0.01}{H^2} = \frac{0}{-0.013} \Rightarrow \ell n \frac{0.01}{H^2} = 0$$

$$\frac{0.01}{H^2} = \ell n^{-1} 0 \Rightarrow \frac{0.01}{H^2} = 1 \Rightarrow H^2 = 0.01 \quad \sqrt{\ } \quad \Rightarrow H = 0.1\ M$$

ولحساب PH نتبع العلاقة التالية

$$PH = -\ell og [H^+]$$

$$PH = -\ell og\ 0.1$$

$$PH = -\ell og\ 1 \times 10^{-1}$$

$$PH = +1$$

A.M.Z
رحلة التفوق في السادس
عطاء بلا حدود

سؤال (4 -25)

اذا علمت ان جهد الخلية الاتية عند $25\ C^0$ تساوي $0.9992\ V$ جد تركيز ايون القصدير في محلول القطب علما ان $E^0_{Ag^+/Ag} = +0.80\ V$

$E^0_{Sn^{+2}/Sn} = -0.14\ V$

$\ell n\ 0.01 = -4.6$

$$Sn \mid \underset{(?M)}{Sn^{+2}} \parallel \underset{(1M)}{Ag^{+}} \mid Ag$$

الحل

$$Sn \longrightarrow Sn^{+2} + 2e \qquad E^0_{anode} = +0.14\ V$$

$$2Ag^{+} + 2e \longrightarrow 2Ag \qquad E^0_{cathode} = 0.80\ V$$

$$Sn + 2Ag^{+} \longrightarrow Sn^{+2} + 2Ag \qquad E^0_{Cell} = +0.94\ V$$

$$E_{Cell} = E^0_{Cell} - \frac{0.026}{n} \ell n \frac{[Sn^{+2}]}{[Ag^{+}]^2}$$

$$0.9992 = 0.94 - \frac{0.026}{2} \ell n \frac{[Sn^{+2}]}{[1]^2}$$

$$0.9992 - 0.94 = -0.013\ \ell n [Sn^{+2}]$$

$$0.0592 = -0.013\ \ell n [Sn^{+2}]$$

0.060 تقريبا

$$\ell n [Sn^{+2}] = \frac{0.060}{-0.013}$$

$$\ell n [Sn^{+2}] = -4.6$$

$$[Sn^{+2}] = \ell n^{-1} - 4.6$$

$$[Sn^{+2}] = 0.01\ mol/L$$

سؤال (4 –26)

امرر تيار كهربائي شدته 10 A خلال 965(S) في خلية تحليل كهربائي تحتوي على كبريتات النحاس ما هو وزن النحاس المترسب وعدد ذراته علما ان الكتلة الذرية للنحاس = 63

الحل

$$Q_{mol \cdot e^-} = \frac{I * t}{96500} \Rightarrow Q = \frac{10 * 965}{96500} \Rightarrow Q = \frac{1}{10}$$

$$Q = 0.1 \quad mol \cdot e^-$$

ثم نكتب معادلة اختزال النحاس لأنه مترسب ودائما المادة المترسبة تعاني اختزالا عند الكاثود

$$Cu^{+2}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Cu_{(S)}$$

ثم نحسب عدد مولات ايونات النحاس المترسبة

$$n_{Cu^{+2}} = \frac{Q_{mol \cdot e^-}}{\text{عدد } e^- \text{ المكتسبة}} \Rightarrow \frac{0.1}{2} \Rightarrow 0.05(mol)$$

ومن عدد المولات المترسبة نجد كتلة النحاس المترسب

$$n = \frac{m_g}{M_{g/mol}} \Rightarrow m_g = n_{mol} * M_{g/mol}$$

$$m_g = 0.05 * 63 \Rightarrow \boxed{3.15}\ g$$

ولحساب عدد ذرات النحاس المترسبة عند الكاثود

$$\text{عدد الذرات} = n_{mol}\ \text{عدد المولات} * N_A\ \text{عدد افوكادرو}$$

$$\text{عدد الذرات} = 0.05 * 6.023 \times 10^{23} \Rightarrow \boxed{3 \times 10^{22}}\ atoms$$

سؤال (4 –27)

احسب عدد الالكترونات اللازمة لتحرير ضعف حجم المولي لغاز الاوكسجين في STP (معلومة: الحجم المولي لأي غاز عند STP يساوي 22.4 L)

الحل

يتحرر الاوكسجين عند الانود من التحليل الكهربائي للماء حسب المعادلة

$$2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$$

الحجم المولي لأي غاز عند (STP) هو الحجم الذي يحرره مول واحد وبما ان المطلوب هو ضعف الحجم المولي لغاز الاوكسجين لذا فان مولات الاوكسجين هي (2 mol)

$$n_{O_2} = \frac{2 * 22.4}{22.4} = 2$$

وحسب معادلة التأكسد اعلاه نلاحظ هناك فقدان $4e^-$ اي ان

$$Q = 2\ mol * 4e^- \Rightarrow 8\ (mol \cdot e^-)$$ عدد مولات الالكترونات

ولكل مول من الالكترونات يحتوي على عدد افوكادرو لذلك

$$\text{عدد الالكترونات} = 8\ (mol \cdot e^-) * 6.023 \times 10^{23}$$

(عدد المولات) (عدد افوكادرو)

$$\text{عدد الالكترونات} = \boxed{48.16 \times 10^{23}}\ e^-$$

سؤال (4 -28) احسب التغير في الطاقة الحرة لتفاعل الخلية التالي عند 25^0C اذا علمت ان جهود الاختزال $E^0_{Mg^{+2}/Mg} = -2.37\ V$ و $E^0_{Br_2/Br^-} = +1.07\ V$

$$Mg \mid \underset{(1M)}{Mg^{+2}} \parallel \underset{(0.1M)}{Br^-} \mid \underset{(1\ atm)}{Br_2} \mid Pt$$

الحل

$$Mg \longrightarrow Mg^{+2} + 2e \qquad E^0_{anode} = +2.37\ V$$

$$Br_2 + 2e \longrightarrow 2Br^- \qquad E^0_{cathode} = 1.07\ V$$

$$Mg + Br_2 \longrightarrow Mg^{+2} + 2Br^- \qquad E^0_{Cell} = +3.44\ V$$

$$E_{Cell} = E^0_{Cell} - \frac{0.026}{n} \ell n \frac{[Mg^{+2}][Br^-]^2}{1}$$

$$E = 3.44 - 0.013\ \ell n\ [1][0.1]^2$$

$$E = 3.44 - 0.013\ \ell n\ 0.01$$

$$E = 3.44 - 0.013\ \boxed{\ell n\ 10^{-2}}$$

$$\downarrow$$

$$\boxed{\ell n\ 10 = 2.3}$$

$$E = 3.44 \boxed{-0.013} \times \boxed{-2*2.3}$$

$$E = 3.44(-0.013)(-4.6)$$

$$E = \boxed{3.44 + 0.06}$$

$$E = 3.50\ V$$

$$\Delta G = -n\ F\ E_{Cell}$$

$$\Delta G = -2 \times 96500 \times 3.50$$

$$\Delta G = -675500\ J/mol$$

سؤال (4 -29)

احسب شدة تيار اللازم امراره لمدة 2 hr و (S) 520 في خلية تحليل الماء كهربائيا لكي يتحرر 36.12×10^{21} جزئية من الهيدروجين والاوكسجين على قطبي الخلية

الحل

من معادلة تحليل الماء كهربائيا

$$2H_2O_{(L)} \rightarrow 2H_{2(g)} + O_{2(g)}$$

نلاحظ ان عدد جزئيات H_2 المتحررة هي ضعف عدد جزئيات O_2 المتحررة نفرض ان

عدد جزئيات $X = O_2$ عدد جزئيات $2X = H_2$

$$X + 2X = 36.12\times10^{21}$$

$$3X = 36.12\times10^{21}$$

$$X = \frac{36.12\times10^{21}}{3}$$

$$X = 12.04\times10^{12}$$ جزئية وهو ما يمثل جزئيات O_2

$$n_{O_2} = \frac{\text{عدد الجزئيات}}{\text{عدد افوكادرو}} \Rightarrow n_{O_2} = \frac{12.04\times10^{21}}{6.02\times10^{23}}$$

$$n_{O_2} = \boxed{0.02}\ \text{mol}$$ وحسب تفاعل نصف خلية التحليل الكهربائي للماء

ملاحظة :- ممكن استخدام عدد جزئيات H_2 وهي 24.08×10^{21} وعدد الالكترونات تكون هنا $(2e^-)$ وبذلك يكون الناتج نفسه هو 0.08

$$2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + \boxed{4e^-}$$

$Q = n$ * عدد e^- المفقودة من الاوكسجين لتحرره

$$Q = 0.02\times4$$

$$Q = (0.08\ \text{mol}\cdot e^-)$$

$$Q = \frac{I*t}{96500}$$

لحساب الزمن $t_{(s)} = 3600\times2\ \text{hr} \Rightarrow t_{(s)} = 7200 + 520$

$$t_{(s)} = 7520\ (S)$$

$$0.08 = \frac{I*752\not{0}}{9650\not{0}} \Rightarrow 0.08 = I*0.08$$

$$\therefore\ I = \frac{0.08}{0.08} \Rightarrow I = 1\ \ A$$ امبير

سؤال (4 –30)

اراد احد الصاغة طلاء خاتم بالذهب فأمرر تيار كهربائي شدته 10 A في خلية الطلاء الكهربائي تحتوي على احد املاح الذهب فترسب الذهب على الخاتم لوحظ ان خلال (S) 9.65 ان 75% من الكهربائية قد استهلك لترسيب الذهب فما كتله الذهب المترسب؟ علما ان الكتلة الذرية للذهب =197

الحل

$$Au^{+3} + 3e^{-} \rightarrow Au_{(S)}$$

$$Q_{(mol \cdot e^{-})} = \frac{10 \times 9.65}{96500} \Rightarrow \frac{965}{96500} = 0.001$$

$$0.001 \times 0.75 = 75 \times 10^{-5}$$ 75% من الكمية الكهربائية المستعملة لطلاء الذهب هي

$$n_{Au} = \frac{75 \times 10^{-5}\ (Q)}{3\ (e)} \Rightarrow \boxed{25 \times 10^{-5} mol}$$

$$m_g = 25 \times 10^{-5} \times 197$$ → 200 تقريبا

$$m_g = 4925 \times 10^{-5} \simeq 5000 \times 10^{-5} \Rightarrow m_g = \boxed{5 \times 10^{-2}} \Rightarrow \boxed{0.05}$$

سؤال (4 –31)

يسري تيار كهربائي لفترة 3.75 hr خلال خليتين تحليل كهربائي مربوطتين على التوالي تحتوي الخلية الاولى محلول $AgNO_3$ في حين تحتوي الثانية على $CuCl_2$ وخلال هذا الزمن ترسب 2g من الفضة في الخلية الأولى أ ـ كم عدد غرامات النحاس التي ستترسب في الخلية الثانية ب – ما قيمة التيار بالأمبير

الحل

الخلية الاولى تحتوي على محلول $AgNO_3$ حيث تترسب الفضة في تفاعل اختزال في قطب الكاثود كما في معادلة نصف الخلية التالي $Ag^{+} + 1e \rightarrow Ag$

$$n_{Ag} = \frac{m}{M} \Rightarrow \frac{2\ g}{108\ g/mol} \simeq \boxed{0.02}$$

$$Q = n_{Ag} * 1e^{-} \Rightarrow 0.02 * 1e^{-} \Rightarrow \boxed{0.02} mol.e^{-}$$

عدد مولات الالكترونات في الخلية الاولى المحسوبة من محلول $AgNO_3$ وهي 0.02 ولحساب التيار

$$\boxed{t_{(S)} = 3 * 3600 +} \quad \boxed{t_{(S)} = 45 * 60} \quad \boxed{t_{(S)} = 13500\ S}$$

$$Q = \frac{I * t}{96500} \Rightarrow 0.02 = \frac{I * 13500}{96500} \Rightarrow I = \frac{0.02 \times 965}{135} \Rightarrow \boxed{I = 0.14\ A}$$

وبما ان الخليتين مربوطتين على التوالي اذا عدد مولات الالكترونات للخلية الاولى هي نفسها في الخلية الثانية وهي المحتوية على $CuCl_2$

$$Cu^{+2} + 2e^{-} \rightarrow Cu$$

$$Q = 0.02 \Rightarrow n = \frac{Q}{\text{عدد الالكترونات المكتسبة}} \Rightarrow \frac{0.02}{2}$$

$$n = 0.01\ mol$$

$$m_{Cu} = n \times M \Rightarrow m_{Cu} = 0.01 * 63 \Rightarrow m_{Cu} = 0.63\ g$$

اعداد :- حيدر يحيى علوان
المدرسة :- اعدادية الاندلس للبنين

سؤال (4 -32) زن المعادلات الاتية بطريقة نصف التفاعل

الحل

1) $H^+ + Zn \longrightarrow H_2 + Zn^{+2}$

$Zn \longrightarrow Zn^{+2} + 2e^-$ (تأكسد)

$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$ (اختزال)

$Zn + 2H^+ \longrightarrow Zn^{+2} + H_2$ التفاعل العام

2) $Fe^{2+} + Cl_2 \longrightarrow Fe^{3+} + Cl^-$

$Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + 1e^-$ $\times 2$ (تأكسد)

$Cl_2 + 2e^- \longrightarrow 2Cl^-$ (اختزال)

$2Fe^{2+} \longrightarrow 2Fe^{3+} + 2e^-$

$Cl_2 + 2e^- \longrightarrow 2Cl^-$

$2Fe^{2+} + Cl_2 \longrightarrow 2Fe^{3+} + 2Cl^-$ التفاعل العام

3) $Au^{3+} + Cu \longrightarrow Au + Cu^{2+}$

$Cu \longrightarrow Cu^{2+} + 2e^-$ $\times 3$ (تأكسد)

$Au^{3+} + 3e^- \longrightarrow Au$ $\times 2$ (اختزال)

$3Cu \longrightarrow 3Cu^{2+} + 6e^-$

$2Au^{3+} + 6e^- \longrightarrow 2Au$

$3Cu + 2Au^{3+} \longrightarrow 3Cu^{2+} + 2Au$ التفاعل العام

تمرين (4 -33) زن المعادلات الاتية بطريقة نصف التفاعل بوسط حامضي

الحل

1) $H_2O_2 + ClO_3^- \longrightarrow H_2O + ClO_4^-$

$ClO_3^- \longrightarrow ClO_4^-$ (تأكسد)

$H_2O_2 \longrightarrow H_2O$ (اختزال)

$ClO_3^- + H_2O \longrightarrow ClO_4^- + 2H^+$ (تأكسد)

$H_2O_2 + 2H^+ \longrightarrow H_2O + H_2O$ (اختزال)

تأكسد

ClO_3^-	ClO_4^-
$Cl - 6 = -1$	$Cl - 8 = -1$
$Cl = +5$	$Cl = +7$

زيادة

$Cl^{+5} \longrightarrow Cl^{+7} + 2e^-$

$$ClO_3^- + \cancel{H_2O} \longrightarrow ClO_4^- + \cancel{2H^+} + \cancel{2e^-}$$

$$H_2O_2 + \cancel{2H^+} + \cancel{2e^-} \longrightarrow H_2O + \cancel{H_2O}$$

$$H_2O_2 + ClO_3^- \longrightarrow ClO_4^- + H_2O$$

(اختزال) H_2O_2 ، H_2O

$+2 + 2O = 0$ ، $+2 + O = 0$

$O = -1$ ، $O = -2$

نقصان

$$2O^{-1} + 2e^- \longrightarrow 2O^{-2}$$

---

2) $[Fe(CN)_6]^{-3} + CN \longrightarrow CNO^- + [Fe(CN)_6]^{-4}$

$CN \longrightarrow CNO^-$ (تأكسد)

$[Fe(CN)_6]^{-3} \longrightarrow [Fe(CN)_6]^{-4}$ (اختزال)

$CN + H_2O \longrightarrow CNO^- + 2H^+$ (تأكسد)

$[Fe(CN)_6]^{-3} \longrightarrow [Fe(CN)_6]^{-4}$ (اختزال)

$CN + H_2O \longrightarrow CNO^- + 2H^+ + 2e^-$

$[Fe(CN)_6]^{-3} + 1e^- \longrightarrow [Fe(CN)_6]^{-4}$ $\times 2$

$CN + H_2O \longrightarrow CNO^- + 2H^+ + \cancel{2e^-}$

$2[Fe(CN)_6]^{-3} + \cancel{2e^-} \longrightarrow 2[Fe(CN)_6]^{-4}$

$CN + H_2O + 2[Fe(CN)_6]^{-3} \longrightarrow CNO^- + 2H^+ + 2[Fe(CN)_6]^{-4}$ (التفاعل العام)

(التأكسد) CN^- ، CNO^-

$CN = -1$ ، $CN - 2 = -1$

$CN = +1$

زيادة

$CN^- \longrightarrow CN^{+1} + 2e^-$

(اختزال) $[Fe(CN)_6]^{-3}$ ، $[Fe(CN)_6]^{-4}$

$Fe - 1 \times 6 = -3$ ، $Fe - 1 \times 6 = -4$

$Fe = +3$ ، $Fe = +2$

نقصان

$Fe^{+3} + 1e^- \longrightarrow Fe^{+2}$

---

3) $Zn + NO_3^- \longrightarrow Zn^{+2} + NH_4^{+1}$

$Zn \longrightarrow Zn^{+2}$ (تأكسد)

$NO_3^- \longrightarrow NH_4^{+1}$ (اختزال)

$Zn \longrightarrow Zn^{+2}$ (تأكسد)

$NO_3^- + 10H^+ \longrightarrow NH_4^{+1} + 3H_2O$ (اختزال)

$Zn \longrightarrow Zn^{+2} + 2e^-$ $\times 4$ (تأكسد)

$NO_3^- + 10H^+ + 8e^- \longrightarrow NH_4^{+1} + 3H_2O$ (اختزال)

$4Zn \longrightarrow 4Zn^{+2} + \cancel{8e^-}$ (تأكسد)

$NO_3^- + 10H^+ + \cancel{8e^-} \longrightarrow NH_4^{+1} + 3H_2O$ (اختزال)

$4Zn + NO_3^- + 10H^+ \longrightarrow 4Zn^{+2} + NH_4^{+1} + 3H_2O$ (التفاعل العام)

(التأكسد)

زيادة

$Zn \longrightarrow Zn^{+2} + 2e^-$

(اختزال) NO_3^- ، NH_4^{+1}

$N - 6 = -1$ ، $N + 4 = +1$

$N = +5$ ، $Fe = -3$

نقصان

$N + 8e^- \longrightarrow N^{-3}$

4) $IO_3^- + HSO_3^- \longrightarrow SO_4^{-2} + I_2$

$HSO_3^- \longrightarrow SO_4^{-2}$ (تأكسد)

$IO_3^- \longrightarrow I_2$ (اختزال)

$HSO_3^- + H_2O \longrightarrow SO_4^{-2} + 3H^+$ (تأكسد)

$2IO_3^- + 12H^+ \longrightarrow I_2 + 6H_2O$ (اختزال)

$HSO_3^- + H_2O \longrightarrow SO_4^{-2} + 3H^+ + 2e^- \quad \times 5$

$2IO_3^- + 12H^+ + 10e^- \longrightarrow I_2 + 6H_2O$

$5HSO_3^- + \cancel{5H_2O} \longrightarrow 5SO_4^{-2} + \cancel{15H^+}^{3} + \cancel{10e^-}$

$2IO_3^- + \cancel{12H^+} + \cancel{10e^-} \longrightarrow I_2 + \cancel{6H_2O}^{1}$

$5HSO_3^- + 2IO_3^- \longrightarrow 5SO_4^{-2} + 3H^+ + I_2 + H_2O$ (التفاعل العام)

(التأكسد)

HSO_3^-	SO_4^{-2}
$1 + S - 6 = -1$	$S - 8 = -2$
$S = +4$	$S = +6$

زيادة

$S^{+4} \longrightarrow S^{+6} + 2e^-$

(اختزال)

IO_3^-	I_2
$I - 6 = -1$	$I = 0$
$I = +5$	

نقصان

$I^{+5} + 10e^- \longrightarrow I_2^0$

سؤال (4 – 34) زن المعادلات الاتية بطريقة نصف التفاعل بوسط قاعدي

الحل

1) $ClO^- \longrightarrow ClO_3^- + Cl^-$

$ClO^- \longrightarrow ClO_3^-$ (تأكسد)

$ClO^- \longrightarrow Cl^-$ (اختزال)

$ClO^- + 2H_2O \longrightarrow ClO_3^- + 4H^+$ (تأكسد)

$ClO^- + 2H^+ \longrightarrow Cl^- + H_2O$ (اختزال)

$ClO^- + 2H_2O \longrightarrow ClO_3^- + 4H^+ + 4e^-$ (تأكسد)

$ClO^- + 2H^+ + 2e^- \longrightarrow Cl^- + H_2O \quad \times 2$ (اختزال)

$ClO^- + \cancel{2H_2O} \longrightarrow ClO_3^- + \cancel{4H^+} + \cancel{4e^-}$

$2ClO^- + \cancel{4H^+} + \cancel{4e^-} \longrightarrow 2Cl^- + \cancel{2H_2O}$

$3ClO^- \longrightarrow ClO_3^- + 2Cl^-$ (التفاعل العام)

(التأكسد)

ClO^-	ClO_3^-
$Cl - 2 = -1$	$Cl - 6 = -1$
$Cl = +1$	$Cl = +5$

زيادة

$Cl^{+1} \longrightarrow Cl^{+5} + 4e^-$

(اختزال)

ClO^-	Cl^-
$Cl - 2 = -1$	$Cl^- = -1$
$Cl = +1$	

نقصان

$Cl^{+1} + 2e^- \longrightarrow Cl^-$

لا نضيف ايونات OH^- لطرفي المعادلة مساويا H^+ لأنه لا يوجد H^+ اصلاً

اعداد وترتيب الأستاذ : حيدر يحيى علوان

2) $[Fe(CN)_6]^{-4} + CrO_4^{-2} \longrightarrow [Fe(CN)_6]^{-3} + Cr_2O_3$

$[Fe(CN)_6]^{-4} \longrightarrow [Fe(CN)_6]^{-3}$ (تأكسد)

$CrO_4^{-2} \longrightarrow Cr_2O_3$ (اختزال)

$[Fe(CN)_6]^{-4} \longrightarrow [Fe(CN)_6]^{-3}$ (تأكسد)

$2CrO_4^{-2} \longrightarrow Cr_2O_3$ (اختزال)

$[Fe(CN)_6]^{-4} \longrightarrow [Fe(CN)_6]^{-3} + 1e^-$ $\times 6$ (تأكسد)

$2CrO_4^{-2} + 10H^+ + 6e^- \longrightarrow Cr_2O_3 + 5H_2O$ (اختزال)

$6[Fe(CN)_6]^{-4} \longrightarrow 6[Fe(CN)_6]^{-3} + \cancel{6e^-}$

$2CrO_4^{-2} + 10H^+ + \cancel{6e^-} \longrightarrow Cr_2O_3 + 5H_2O$

$6[Fe(CN)_6]^{-4} + 2CrO_4^{-2} + 10H^+ \longrightarrow 6[Fe(CN)_6]^{-3} + Cr_2O_3 + 5H_2O$

نضيف OH^- لطرفي المعادلة مساويا H^+

$6[Fe(CN)_6]^{-4} + 2CrO_4^{-2} + \cancel{10}^{5}H_2O \longrightarrow 6[Fe(CN)_6]^{-3} + Cr_2O_3 + \cancel{5H_2O} + 10OH^-$

التفاعل العام $6[Fe(CN)_6]^{-4} + 2CrO_4^{-2} + 5H_2O \longrightarrow 6[Fe(CN)_6]^{-3} + Cr_2O_3 + +10OH^-$

(التأكسد)

$[Fe(CN)_6]^{-4}$, $[Fe(CN)_6]^{-3}$

$Fe - 6 = -4$, $Fe - 6 = -3$

$Fe = +2$, $Fe = +3$

زيادة

$Fe^{+2} \longrightarrow Fe^{+3} + 1e^-$

(اختزال)

CrO_4^{-2} , Cr_2O_3

$Cr - 8 = -2$, $2Cr - 6 = -0$

$Cr = +6$, $Cr = +3$

نقصان

$2Cr^{+6} + 6e^- \longrightarrow 2Cr^{+3}$

3) $P_4 + NO_3^- \longrightarrow H_3PO_4 + NO$

$P_4 \longrightarrow H_3PO_4$ (تأكسد)

$NO_3^- \longrightarrow NO$ (اختزال)

$P_4 + 16H_2O \longrightarrow 4H_3PO_4 + 20H^+ + 20e^-$ $\times 3$

$NO_3^- + 4H^+ + 3e^- \longrightarrow NO + 2H_2O$ $\times 20$

$3P_4 + \cancel{48}^{8}H_2O \longrightarrow 12H_3PO_4 + \cancel{60H^+} + \cancel{60e^-}$ (تأكسد)

$20NO_3^- + \cancel{80}^{20}H^+ + \cancel{60e^-} \longrightarrow 20\,NO + \cancel{40H_2O}$ (اختزال)

$3P_4 + 8H_2O + 20NO_3^- + 20H^+ \longrightarrow 12H_3PO_4 + 20\,NO$

نضيف OH^- لطرفي المعادلة مساويا H^+

$3P_4 + 8H_2O + 20NO_3^- + 20H_2O \longrightarrow 12H_3PO_4 + 20\,NO + 20OH^-$

$3P_4 + 28H_2O + 20NO_3^- + \longrightarrow 12H_3PO_4 + 20\,NO + 20OH^-$

(التأكسد)

P_4 , H_3PO_4

$P = 0$, $3 + P - 8 = 0$

$P = +5$

$P_4 \longrightarrow 4P^{+5} + 20e^-$

(اختزال)

NO_3^- , NO

$N - 6 = -1$, $N - 2 = 0$

$N = +5$, $N = +2$

$N^{+5} + 3e^- \longrightarrow N^{+2}$

سؤال (4 -35) في خلية تحليل الماء كهربائيا في STP تم امرار تيار كهربائي فيها لمدة 3 دقائق و 13 ثانية فتحرر غازي الهيدروجين والاوكسجين عند قطبي الخلية وكان مجموع حجمين الغازين المتحررين يساوي 0.0672 L اكتب معادلتي نصفي الخلية والتفاعل العام لها ثم جد حجم كل غاز متحرر وشدة التيار المار ؟

الحل

هذا السؤال نفس فكرة سؤال 29 لكن هنا بدل من جزيئات الغازين موجود حجم الغازين

زيادة

$2O^{-2} \longrightarrow O_2 + 4e^-$ $\qquad E^0_{anode} =$

$4H^+ + 4e^- \longrightarrow 2H_2$ $\qquad E^0_{Cathode} =$

$2O^{-2} + 4H^+ \rightarrow O_2 + 2H_2$

حجم $X + 2X$ حجم 2

$X + 2X = 0.0672\ L$

$3X = 0.0672\ L$

$X = \dfrac{0.0672}{3}$

$X = \boxed{0.0224}\ L$ حجم الاوكسجين

$2X = \boxed{0.0448}\ L$ حجم الهيدروجين

لإيجاد قيمة عدد المولات

$n = \dfrac{0.0226}{22.4} \Rightarrow n = 0.001$

الحجم باللتر — الحجم بـ STP

$Q = n \times e^-$ عدد الالكترونات المفقودة من الاوكسجين

$Q = 0.001 \times 4$

$Q = 0.004$

$t = 3 \times 60 + 13$ الزمن 3 دقائق و 13 ثانية

$t = 180 + 13 \Rightarrow t = \boxed{193}\ S$

$Q = \dfrac{I \times t}{96500} \Rightarrow 0.004 = \dfrac{I \times \cancel{193}^{\,1}}{\cancel{96500}_{\,5}}$

$0.004 = \dfrac{I}{500}$

$\therefore\ I = 0.\cancel{00}4 \times 5\cancel{00}$

$I = \boxed{2.0}\ A$

سؤال (4 –36) عند امرار $0.2\ (mol \cdot e^-)$ في محلول كبريتات النحاس وبعد ترسيب جميع النحاس تحرر 0.448 L من الهيدروجين في STP احسب كتلة النحاس المترسبة ؟ الكتلة الذرية للنحاس 63

الحل

في هذا السؤال نلاحظ ان كمية Q هي 0.20 تقسم الى قسمين الأول 0.04 لتحرير H2 والثاني لترسيب النحاس (0.20−0.04)

$$2H^+_{(aq)} + 2e \rightarrow H_{2(g)}$$

$$n_{H_2} = \frac{V_{(L)}}{22.4}$$ علاقة مهمة جدا

$$n_{H_2} = \frac{0.448\ \cancel{L}}{22.4\ \cancel{L}/mol} \Rightarrow 0.02\ mol$$ الحجم المولي في STP

ولاستخراج (Q) عدد مولات الالكترونات كالاتي :-

$$Q = n \times e^-$$ عدد المكتسبة

$$Q = 0.02 \times 2 = 0.04\ (mol \cdot e^-)$$

اما عدد مولات الالكترونات Q التي بواسطتها تم ترسيب النحاس هي

$$Q = 0.20 - 0.04 = 0.16\ (mol \cdot e^-)$$

$$Cu^{+2} + 2e^- \rightarrow Cu_{(s)}$$

$$n_{Cu} = \frac{Q}{\text{عدد الالكترونات المكتسبة}}$$

$$\frac{0.16}{2} \Rightarrow \boxed{0.08}\ mol$$

$$m_{Cu} = 0.08_{\cancel{mol}} \times 63_{g/\cancel{mol}} = \boxed{5.04}\ g$$

سؤال (4 –37) يترسب 0.24 g من احد الفلزات ثنائي التكافؤ على الكاثود عند امرار تيار كهربائي شدته 10 A لمدة 3 min و 13 s في محلول احد الاملاح لذلك الفلز. احسب الكتلة الذرية للفلز المترسب ؟

الحل

$$t_s = 3 \times 60 + 13$$
$$t_s = 193\ s$$

$$Q = \frac{I_A \times t_s}{96500} \Rightarrow Q = \frac{10 \times \overset{1}{\cancel{193}}}{\underset{5}{\cancel{96500}}}$$

$$Q = 0.02\ mol.e^- \Rightarrow n = \frac{Q}{2} \Rightarrow 0.01\ mol$$

لأنه فلز ثنائي التكافؤ

$$M = \frac{m}{n} \Rightarrow \frac{0.24}{0.01} \Rightarrow 24\ g/mol$$

سؤال (4 -38) خلية كلفانية في درجة $25\ C^0$ كاثودها قطب الهيدروجين وبضغط $1\,atm$ وأنودها قطب الالمنيوم تركيز محلول ايوناته 0.008 عبر عنها كتابةً ثم احسب PH لمحلول قطب الهيدروجين في اللحظة التي يتساوى فيها جهدها القياسي وجهدها غير القياسي؟

الحل

$Al \longrightarrow Al^{+3} + 3e^-$ ×2 E_{anode} = الالمنيوم

$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$ ×3 $E_{cathode}$ = الهيدروجين

معلومة في السؤال $\log\ 2 = 0.3$

$2Al \longrightarrow 2Al^{+3} + 6e^-$ E^0_{anode} = V

$6H^+ + 6e^- \longrightarrow 3H_2$ $E^0_{cathode}$ = V

$2Al + 6H^+ \longrightarrow 2Al^{+3} + 3H_2$ التفاعل العام

$E^0_{Cell} = E_{Cell}$ ⟵ معلومة في السؤال

القياسية الغير القياسية

التعبير عن الخلية كتابياً

$Al \mid \underset{0.008\ M}{Al^{+3}} \parallel \underset{0.2\ M}{H^+} \mid \underset{1\ atm}{H_2} \mid Pt$

ولحساب PH نعوض معالة نيرنست لحساب $[H^+]$ ثم PH

$$E_{Cell} = E^0_{Cell} - \frac{0.026}{n}\ \ln \frac{[Al^{+3}]^2}{[H^+]^6}$$

$$y = y - \frac{0.026}{6}\ \ln \frac{(0.008)^2}{(H^+)^6}$$

$$y - y = -0.004\ \ln \frac{64\times10^{-6}}{(H^+)^6}$$

$$0 = -0.004\ \ln \frac{64\times10^{-6}}{(H^+)^6} \Rightarrow \ln \frac{64\times10^{-6}}{(H^+)^6} = \frac{0}{-0.004} \Rightarrow \ln \frac{64\times10^{-6}}{(H^+)^6} = 0$$

$$\frac{64\times10^{-6}}{(H^+)^6} = \ln^{-1}0 \Rightarrow \frac{64\times10^{-6}}{(H^+)^6} = \frac{1}{1}$$

$\ln\ 1 = 0 \Rightarrow 1 = \ln^{-1}0$

$$(H^+)^6 = 64\times10^{-6} \qquad \sqrt[6]{\ }$$

$$[H^+] = 2\times10^{-1}$$

$$PH = -\log[H^+]$$

$$PH = -\log\ 2\times10^{-1} \Rightarrow PH = -0.3 + 1$$

$$PH = 0.7$$

سؤال (4 -39) اذا علمت ان الجهود الاختزال القياسية لـ $E^0_{Zn^{+2}/Zn} = -0.76\ V$ ولـ $E^0_{Ag^+/Ag} = 0.8\ V$

اجب عن ما يأتي :-

1- ماذا تتوقع اذا عملت خلية فولتائية تحتوي على لوحي الخارصين في محاليل الكتروليناتهم تركيز كل منهما 1 M أي من اللوحين تقل كتلته واي منه سوف تزداد كتلته ولماذا ؟

2- ما قيمة الطاقة الحرة للخلية الفولتائية متكونة من قطب الخارصين وقطب الفضة في محلول من ايونات الفضة تركيزه 0.1 M

الحل 1

$Zn \rightarrow Zn^{+2} + 2e^-$ $\quad E^0_{anode} = +\ 0.76\ V$

$2Ag^+ + 2e^- \rightarrow 2Ag$ $\quad E^0_{Cathode} = 0.80\ V$

$Zn + 2Ag^+ \rightarrow Zn^{+2} + 2Ag$

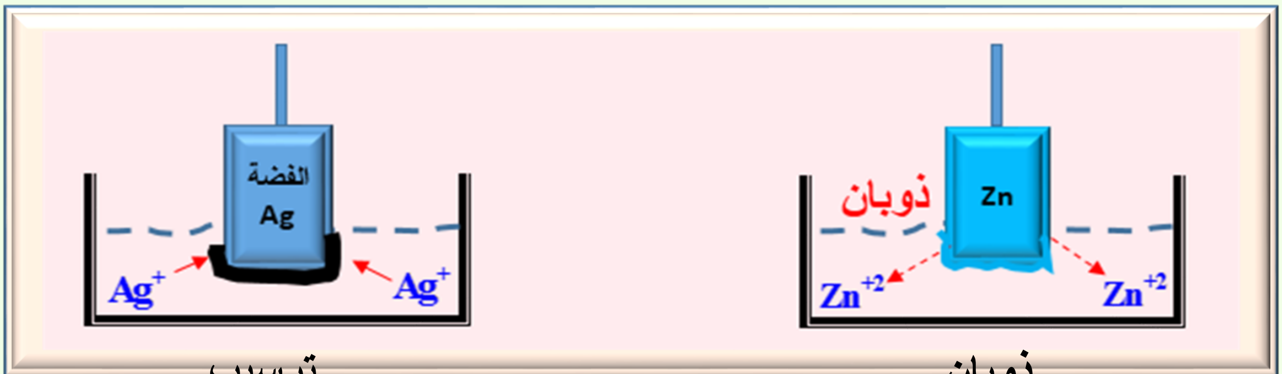
$E^0_{Cell} = 0.76 + 0.80$

$E^0_{Cell} = 1.56\ V$

- ننتخب قطب الخارصين انودأ يعاني اكسدة لان قيمة اختزاله اقل من جهد اختزال الفضة الذي يعاني اختزال في قطب الكاثود ....

- بما ان لوح الخارصين يعاني اكسدة اذا نتوقع تقل كتلتة لان الاكسدة عملية ذوبان او تأكل

- بما ان لوح الفضة يعاني اختزال اذا نتوقع تزاد كتلتة لان الاختزال هي عملية ترسيب في لوح الفضة



ترسيب

ذوبان

تزداد كتلة الفضة

تقل كتلة الخارصين

اعداد :- حيدر يحيى علوان
المدرسة :- اعدادية الاندلس للبنين

الحل 2

ولحساب قيمة الطاقة الحرة الغير القياسية للخلية

$$\underset{\text{الغير قياسية}}{\Delta G} = -nF\underset{\text{الغير قياسية}}{E_{Cell}}$$

التفاعل العام للخلية هو

$$Zn + 2Ag^{+} \rightarrow Zn^{+2} + 2Ag$$

وهذا يتطلب منك حساب جهد الخلية

الغير قياسي من معادلة نيرست

$$E_{Cell} = E^{0}_{Cell} - \frac{0.026}{n}\ell n \frac{[\text{الناتجة}]}{[\text{المتفاعلة}]}$$

$$E_{Cell} = 1.56 - \frac{0.026}{n}\ell n \frac{[Zn^{+2}]}{[Ag^{+}]^{2}}$$

$$E_{Cell} = 1.56 - 0.013\ \ell n \frac{1\ M}{[0.1]^{2}}$$ لان جهد الخارصين قياسي

$$E_{Cell} = 1.56 - 0.013\ \ell n \frac{1}{0.01}$$

$$E_{Cell} = 1.56 - 0.013\ \ell n\ 100$$ حفظ $\ell n\ 100 = 4.6$

$$E_{Cell} = 1.56 - 0.013 \times 4.6$$

$$E_{Cell} = 1.56 - 0.0598$$ تقريبا

$$E_{Cell} = 1.56 - 0.06$$

$$E_{Cell} = 1.50$$

$$\therefore\ \underset{\text{الغير قياسية}}{\Delta G} = -nF\underset{\text{الغير قياسية}}{E_{Cell}}$$

$$\Delta G = -2 \times 96500 \times 1.5$$

$$\Delta G = -298500\ J$$

1
46
13
138
46
598

رحلة التفوق في السادس
عطاء بلا حدود

سؤال (4 – 40) مم يتكون قطب الهيدروجين القياسي؟ وما أهميته؟ أكتب التفاعلات الحاصلة عندما يصبح كاثوداً مرة وأنودا مرة اخرى؟

الحل

يتكون من أنبوبة زجاجية يمر فيها غاز الهيدروجين على شكل فقاعات عند STP مغمور في محلول HCl تحتوي الانبوبة في اسفلها على قطعة من البلاتين الخشن الأسود متصل بسلك من البلاتين لتوفير وسليه للتوصيل الكهربائي مع الدائرة الخارجية والانبوبة ، يمكن استخدامه كانود او كاثود حسب طبيعة القطب الذي يربط معه ، حيث اتفق حسب نظام (IUPAC) ان يكون جهد قطب الهيدروجين القياسي = صفراً

$$H_2 \longrightarrow 2H^+ + 2e^- \qquad E^0_{anode} = 0.0\ V$$

$$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2 \qquad E^0_{cathode} = 0.0\ V$$

واهميته هي :

يستخدم كقطب مرجع لقياس جهود اقطاب العناصر الأخرى لان نشاطه الكيميائي متوسط بين نشاط العناصر الأخرى حيث يمكن استخدامه كقطب انود او كاثود

سؤال (4 – 41) أمرر تيار كهربائي في محلول يحتوي ايونات فلز ثلاثي التكافؤ فترسب نصف عدد افوكادرو من ذرات الفلز على الكاثود أحسب 1 – عدد الالكترونات المارة 2 – كتلة الفلز المترسب علماً بأن الكتلة المولية للفلز $= 27\ g/mol$

الحل

$X^{+3} + 3e \longrightarrow X$ (اختزال) كاثود

$$\text{عدد الذرات المترسبة} = \frac{1}{2}\ \text{عدد افوكادرو} \Rightarrow \text{عدد الذرات} \ \frac{1}{2} \times 6.02 \times 10^{23} = 3.01 \times 10^{23}$$

$$n = \frac{\text{عدد الذرات المترسبة}}{\text{عدد افوكادرو}} \Rightarrow \frac{3.01 \times 10^{23}}{6.02 \times 10^{23}} = \boxed{0.5}\ mol$$

$Q = n \times e^- \Rightarrow Q = 0.5 \times 3 \Rightarrow Q = 1.5\ mol.e^-$ (فلز ثلاثي التكافؤ)

$$Q = \frac{\text{عدد الألكترونات المارة}}{N_A} \Rightarrow \text{عدد الألكترونات} = Q \times N_A \Rightarrow 1.5 \times 6.02 \times 10^{23}$$

$\text{عدد الألكترونات} = 9.03 \times 10^{23}$ الكترون

$$n = \frac{m}{M}$$

$$m = n \times M \Rightarrow m = 0.5 \times 27$$

$$m = 13.5\ g$$

سؤال (4 –42) طلب من احد الطلبة في المختبر حفظ محلول $CuSO_4$ فقام بحفظها في قنينة مصنوعة من الالمنيوم أكان الطالب موفقاً ام لا في عمله هذا ولماذا؟ علماً بأن جهود الاختزال القياسية

$Cu^{2+} = 0.34\ V$ $\quad$ $Al^{3+} = -1.66\ V$

الحل لكي يكون الطالب موفقاً في عمله يجب ان لا يحصل تفاعل بين المحلول وهو $CuSO_4$ وإناء الالمنيوم وهذا يتحقق عندما يكون جهد الخلية بالسالب (أي لا يحدث تفاعل)

نعتبر انا الالمنيوم انوداً (ونقلب إشارة جهد اختزاله) والنحاس المادة المراد حفظها كاثوداً (بنفس جهد اختزاله)

$$2Al \longrightarrow 2Al^{+3} + 6e^- \qquad E^0_{anode} = +1.66\ V$$

$$3Cu^{+2} + 6e^- \longrightarrow 3Cu \qquad E^0_{cathode} = +0.34\ V$$

$$2Al + 3Cu^{+2} \longrightarrow 2Al^{+3} + 3Cu \qquad E^0_{cell} = +2.00\ V$$

جهد الخلية بالموجب لذلك فان الخلية تعمل بشكل تلقائي وعليه الطالب انضرب بوري فهو غير موفق في عمله هذا

سؤال (4 –43) اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية Cu^{+1}, Cu^{+2} على التوالي $0.52\ V$, $0.34\ V$

احسب ΔG^0 لتفاعل الخلية الآتية : $2Cu^{1+} \longrightarrow Cu^{2+} + Cu$

الحل

زيادة

$$Cu^{1+} \longrightarrow Cu^{2+} + 1e^- \qquad E^0_{anode} = -0.34\ V$$

نقصان

$$Cu^{2+} + 1e^- \longrightarrow Cu^0 \qquad E^0_{cathode} = +0.52\ V$$

$$2Cu^{1+} \longrightarrow Cu^{2+} + Cu \qquad E^0_{cell} = 0.18\ V$$

$$\Delta G^0 = -nFE^0_{cell}$$

$$\Delta G^0 = -1 \times 96500 \times 0.18$$

$$\Delta G^0 = -17370\ J$$

تم بعونه تعالى

تمت بعونه تعالى

للمزيد من الملازم والدروس وكل ما يخص طلبة السادس الأعدادي زورونا على مواقع التواصل الأجتماعي ...

رحلة التفوق في السادس

رحلة التفوق في السادس

telegram.me/A_M_Z_F

رحلة التفوق في السادس

www.instagram.com/rt_edu

رحلة التفوق في السادس

عطاء بلا حدود

ا.د مينا الاحمد

ا.د اشرف الوائلي